

**ТЕХНИКА**

**КИНО**

**и**

*творчество*

**12** ДЕКАБРЬ  
1965



# СОДЕРЖАНИЕ

## *Научно-технический отдел*

<b>В. Г. Комар.</b> О геометрических искажениях в кинематографе	1
<b>А. М. Мелик-Степанян.</b> Грейферные механизмы с силовым замыканием	12
<b>В. П. Сасоров.</b> Мощные кинопроекторные ксеноновые лампы сверхвысокого давления разборного типа	20
<b>Я. Ф. Харон.</b> Некоторые проблемы стереофонической записи инструментальной музыки	25
<b>В. В. Чаадаев, А. Е. Дикусар.</b> Магнитофонный компрессор	34
<b>Е. Л. Орловский, П. Н. Кулаков, Л. Н. Щелованов, Ю. И. Медников, Ван Юнь-фа.</b> Воспроизведение полутонов в средних и мелких деталях телевизионного изображения	39
<b>М. В. Антипин, Л. Л. Полосин.</b> О визуальной эквивалентности пограничных кривых яркости	47
<b>Л. Н. Щелованов.</b> Системы автоматической регулировки яркости телевизионных приемников	53
<b>Р. В. Воронов.</b> Юстировка и исследование объективов Шмидта	59

## *Из производственного опыта*

На телецентрах

<b>Г. В. Лurie.</b> Импульсные измерения видеотрактов	65
---	----

## *Зарубежная техника*

<b>М. З. Высоцкий.</b> Новая киносъемочная «Система-35» Митчелл	69
---	----

<i>Реферативный отдел</i>	74
---------------------------	----

## *Библиография*

Книга об основах телевидения	81
«Технология съемки телевизионных фильмов»	82

## *Научно-техническая хроника*

Международная выставка «Химия в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве», Москва, 1965 год	83
---	----

<i>Указатель статей, опубликованных в 1965 г.</i>	87
---	----

<i>Алфавитный указатель авторов статей</i>	91
--	----

Contents	94
----------	----

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

Главный редактор **В. И. Ушагина**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

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

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



В. Г. КОМАР

## О ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЯХ В КИНЕМАТОГРАФЕ

778.5

Рассмотрены вопросы возникновения геометрических искажений в различных системах кинематографа: обычного, широкоформатного, панорамного, стереоскопического. Предложены критерии для количественной оценки геометрических искажений с учетом условий съемки, проекции кинофильмов и наблюдения изображений на экране.

Одним из важных свойств изображения, определяющих его качество, является правильность контуров изображения предметов, их деталей. Если контуры предметов, рассматриваемых на экране, или соотношение между их размерами, воспринимаются зрителями как неестественные, т. е. такими, которые не могут встретиться в жизни, то изображение оказывается геометрически искаженным. При этом, по-видимому, нецелесообразно называть искаженными изображения предметов, рассматриваемых на экране, только потому, что они существенно отличаются от действительных предметов, снятых на пленку и показанных на экране.

Геометрические искажения могут зависеть от многих звеньев кинематографического процесса. Особенностью геометрических искажений является возможность взаимной компенсации частичных искажений, вносимых в различных звеньях процесса. В связи с этим следует рассматривать геометрические искажения с учетом условий съемки, печати, проекции и наблюдения фильмов.

Современная съемочная, копировальная и проекционная оптика обладает высокими показателями, и вносимые ею геометрические искажения, как правило, малы по сравнению с геометрическими искажениями, обусловленными расположением предметов и камеры при съемке, расположением кинопроектора, экрана, а также местоположением зрителей в зале кинотеатра.

### Особенности восприятия изображений в кинематографе

При рассматривании изображения предмета на экране у зрителя формируется образ предмета в результате действия различных зрительных признаков. Эти зрительные признаки при определении геометрических искажений удобно разбить на следующие основные группы: 1) соотношение размеров предмета его деталей, обычно определяющее смысловое содержание; 2) угловые размеры наблюдения предметов, определяющие линейные размеры их изображения на



сетчатке глаз зрителей; 3) разность угловых параллаксов бинокулярного наблюдения для контуров предмета, определяющая различие в линейных размерах изображений этих контуров на сетчатке двух глаз зрителя; 4) разность угловых параллаксов монокулярного наблюдения предмета при его движении по отношению к зрителю, определяющая различие линейных размеров контуров изображения предмета на сетчатке глаза для разных положений предмета относительно зрителя; 5) заслонение одних предметов другими, позволяющее судить о том, что один предмет находится ближе, чем другой; 6) разность углов конвергенции глаз зрителя для различных предметов, обуславливающая ощущение различного расстояния предметов от зрителя.

Можно полагать, что перечисленные шесть групп зрительных признаков имеют наиболее важное значение при восприятии изображений: определяют ощущение абсолютных размеров наблюдаемых на экране предметов как в поперечном направлении, так и по глубине пространства, позволяют судить о расстоянии между предметами и их удалении от зрителя, определяют форму предметов.

Наряду с перечисленными восприятие изображения в кинематографе может дополнительно обуславливаться и другими зрительными признаками: 7) величина угла конвергенции, обуславливающая ощущение расстояния от рассматриваемого предмета до зрителя; 8) разная четкость различно удаленных предметов, связанная с аккомодацией глаза, обуславливающая ощущение расстояния от зрителя до рассматриваемого предмета; 9) величина наклона контуров предметов по отношению к вертикали или горизонтали и связанный с этим наклон головы зрителя, обуславливающий действие его вестибулярного аппарата.

В зависимости от смыслового содержания изображения, его параметров зрительные признаки разных групп могут играть совершенно различную роль в формировании образа предмета у зрителя. В связи с этим признаки предметов целесообразно делить на: 1) доминирующие, определяющие формирование образа предмета у зрителей; 2) действующие, влияющие на формирование у зрителя образа предмета; 3) подавляемые, не оказывающие влияния на формирование образа предмета.

Предметы в кинематографе могут восприниматься как искаженные, если зрительные признаки изображаемых на экране предметов появляются в неестественных, противоречивых сочетаниях. При этом формирование образа предмета у зрителя происходит под влиянием действующих признаков. Подавляемые признаки не оказывают влияния на восприятие изображения. Действующие признаки могут быть одновременно и доминирующими, если они определяют образ предмета независимо от действия других признаков. Зритель воспринимает изображение искаженным, если в неестественном сочетании оказываются признаки действующие, но не подавляемые.

Геометрические искажения в сильной мере зависят от того, имеют ли правильную форму контуры предметов или их деталей. В связи с этим изображения в кинематографе удобно классифицировать следующим образом: 1) предметы с правильными прямолинейными формами, например архитектурные сооружения, помещения, мебель, вертикальные столбы, колонны, линии горизонта, поверхность воды; 2) предметы правильной круглой формы, например мячи, шары и т. п.; 3) актеры, люди, а также известные зрителям животные; 4) пейзажи без предметов с правильными прямолинейными формами. Как показывает опыт, геометрические искажения возрастают с увеличением угловых размеров наблюдения предметов, имеющих правильную форму. Искращения зависят от движения предметов.

Геометрические искажения в кинематографе могут быть разбиты на следующие характерные виды: 1) трапециевидные; 2) искривление горизонтальных контуров; 3) искривление вертикальных контуров; 4) сплющивание предметов в горизонтальном или вертикальном направлениях; 5) сплющивание предметов в диагональных направлениях; 6) перспективные; 7) нарушение абсолютных размеров предметов; 8) перекося продольных контуров по отношению к поперечным контурам предметов.

#### Объективные критерии количественной оценки геометрических искажений

Рассмотрим передачу изображения предмета  $T_A$  в кинематографическом процессе (рис. 1). Его изображение на негативе —  $T_N$ , на позитиве —  $T_P$ , на экране —  $T_E$ .



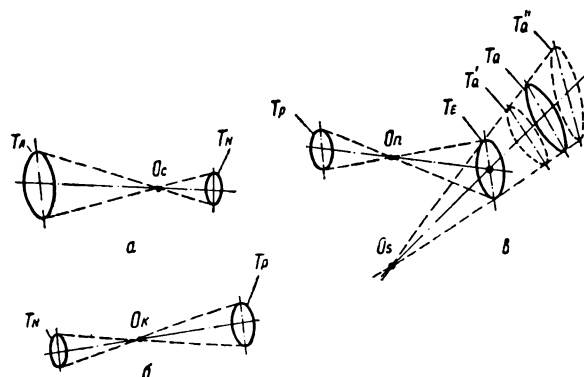


Рис. 1. Схема передачи изображения в кинематографическом процессе:

а — схема киносъемки; б — схема печати (оптической); в — схема проекции и наблюдения изображения

При наблюдении изображения  $T_E$  под действием ряда признаков у зрителя формируется зрительный образ предмета, который в общем случае может не соответствовать точно реальному предмету, снятому на пленку  $T_A$ . Назовем эквивалентным предметом  $T_Q$  такой предмет, при рассмотрении которого на натуре он точно соответствует зрительному образу предмета в кинематографе.

Если доминирует какая-либо часть, группа или несколько групп признаков, не противоречащих друг другу, то им соответствует определенный эквивалентный предмет  $T'_Q$ , размеры, форма и местоположение которого могут быть в ряде случаев совершенно точно математически определены, если известны параметры данной части признаков. Если доминирует другая — вторая часть признаков, то ей соответствует эквивалентный предмет  $T''_Q$  и т. д. При наличии доминирующих признаков эквивалентный предмет  $T_Q$  совпадает с каким-либо эквивалентным предметом  $T'_Q, T''_Q, T'''_Q \dots$

Если действующие признаки не соответствуют друг другу, а доминирующих признаков нет, то можно предположить, что эквивалентный предмет  $T_Q$ , соответствующий сформированному у зрителя образу предмета, оказывается промежуточным по своим размерам и форме между эквивалентными предметами, определяемыми отдельными группами зрительных признаков  $T'_Q, T''_Q, T'''_Q$  и т. п. Количественная оценка геометрических искажений для эквивалентного предмета  $T_Q$

в рассматриваемом случае является трудной, так как она связана со сложными психофизиологическими процессами восприятия. Однако можно во многих случаях достаточно точно количественно оценить нарушения размеров и формы эквивалентных предметов  $T'_Q, T''_Q, T'''_Q \dots$ , соответствующих предельным случаям восприятия изображений, т. е. случаям когда доминируют разные группы признаков.

Геометрические искажения удобно при этом оценивать с помощью коэффициентов  $\xi$ , количественные значения которых соответствуют степени нарушения правильной формы, размеров предметов [1, 2]. В общем случае одному и тому же реальному предмету  $T_A$ , снятому на пленку и показанному на экране, соответствует несколько эквивалентных предметов  $T'_Q, T''_Q, T'''_Q$ , а следовательно, и несколько различных коэффициентов одного и того же вида искажений  $\xi', \xi'', \xi''' \dots$ . При этом коэффициент искажений  $\xi$ , соответствующий сформированному образу предмета, т. е. эквивалентному предмету  $T_Q$ , имеет промежуточное значение и может быть выражен следующим соотношением:

$$\xi = k' \cdot \xi' + k'' \cdot \xi'' + k''' \cdot \xi''' + \dots, \quad (1)$$

Здесь:  $k', k'', k''' \dots$  — коэффициенты, учитывающие относительную роль различных групп признаков в формировании образа предмета. (В соотношение (1) абсолютные значения  $\xi$  подставляются без учета знаков.) Значения коэффициентов  $k$  лежат в определенных пределах:

$$k' + k'' + k''' + \dots = 1; \quad 0 \leq k \leq 1. \quad (2)$$

Для практических целей при оценке системы кинематографа в отношении геометрических искажений, при разработке исходных данных для составления рекомендаций по съемке фильмов или норм сооружения кинотеатров в большинстве случаев можно пользоваться более простыми соотношениями, чем (1), (2), рассматривая лишь предельные случаи

$$k' = 1; \quad k'' = 1; \quad k''' = 1 \dots \quad (3)$$

#### Передача изображений малых элементов предметов

Рассмотрим передачу в кинематографическом процессе изображений малых элементов предметов. Можно приближенно



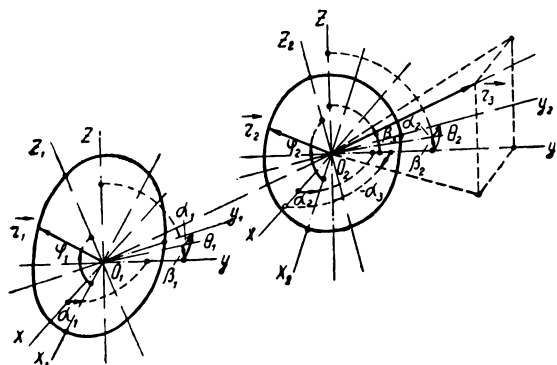


Рис. 2. Схема передачи контура малого элемента изображения в звене кинематографического процесса

принять, что контуры весьма малых элементов предметов и их изображений на пленке и экране лежат в одной плоскости.

В общем случае кинематографический процесс состоит из четырех звеньев: 1) съемка, 2) печать, 3) проекция, 4) наблюдение изображений. Передача контуров малых элементов изображения для каждого из этих звеньев иллюстрируется рис. 2.

На этом рисунке показан контур малого элемента предмета (или его изображения) на входе звена, например, предмета съемки. Соответствующий этому контуру радиус-вектор  $\vec{r}_1$  лежит в плоскости  $X_1O_1Z_1$  прямоугольной системы координат  $X_1Y_1Z_1$  и образует с осью  $O_1X_1$  угол  $\varphi_1$ . Контур изображения малого элемента этого предмета на выходе звена, например, на негативной пленке, лежит в плоскости  $X_2O_2Z_2$  прямоугольной системы координат  $X_2Y_2Z_2$ , и ему соответствует радиус-вектор  $\vec{r}_2$ , образующий с осью  $O_2X_2$  угол  $\varphi_2$ .

Прямоугольная система координат  $XYZ$  имеет горизонтальные оси  $OX$ ,  $OY$  и вертикальную ось  $OZ$ . Ось  $OY$  удобно выбрать так, чтобы ее направление совпадало с направлением проекции на горизонтальную плоскость продольной оси звена системы передачи изображения, например, оптической оси съемочного или проекционного объективов. Оси  $O_1X_1$ ,  $O_2X_2$  лежат в горизонтальной плоскости и образуют с осью  $OX$  углы  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ . Проекция осей  $O_1Y_1$  и  $O_2Y_2$  на плоскость  $YOZ$  образуют с осью  $OY$  углы  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , лежащие

в вертикальной плоскости. Ось  $OY_1$  расположена под углом  $\theta_1$  и ось  $O_2Y_2$  — под углом  $\theta_2$  к оси  $OY$ .

Вектор  $\vec{r}_3$  имеет направление линии  $O_1O_2$ , соединяющей центры контуров рассматриваемых изображений малых элементов предмета на входе и выходе звена. Проекция этого вектора на плоскость  $XOY$  образует с осью  $OX$  угол  $\alpha_3$ , а проекция на плоскость  $YOZ$  образует с осью  $OY$  — угол  $\beta_3$ . Контуры изображения на входе и выходе звена передачи изображения связаны соотношением

$$\vec{r}_2 = (\vec{r}_1 + \vec{r}_3) \cdot m. \quad (4)$$

Здесь:  $m$  — модуль вектора  $\vec{m}$  линейного оптического увеличения звена передачи изображения для вертикальных, параллельных плоскостей изображений на входе и выходе звена. При анаморфотной оптике модуль  $m$  вектора  $\vec{m}$  равен для горизонтального направления  $m_h$  и для вертикального  $m_v$ .

Из соотношения (4) и схемы рис. 2 можно получить:

$$M_h = \frac{m_h \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)} + \frac{m_v \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \theta_4 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)}; \quad (5)$$

$$M_v = m_h \operatorname{ctg} \varphi_1 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \operatorname{tg}(\beta_2 - \beta_3) + m_v \cdot [\cos \theta_4 - \cos(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \sin \theta_4 \cdot \operatorname{tg}(\beta_2 - \beta_3)];$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{A \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \operatorname{tg}(\beta_2 - \beta_3) + \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \frac{A \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)} + \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \theta_4 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)}}{\frac{A \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)} + \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \theta_4 \cdot \sin(\alpha_1 - \alpha_3)}{\cos(\alpha_2 - \alpha_3)}}; \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \theta_4 = \cos(\alpha_1 - \alpha_2) \cdot \operatorname{tg}(\beta_1 - \beta_2).$$

Здесь:  $M_h$  — линейное оптическое увеличение звена кинематографического процесса для горизонтальной слагающей вектора контура  $\vec{r}_2$  в направлении оси  $O_2X_2$ ;  $M_v$  — линейное оптическое увеличение звена для слагающей вектора контура  $\vec{r}_2$  в направлении оси  $O_2Z_2$ ;  $A$  — коэффициент анаморфирования оптической системы звена,  $A = m_h/m_v$ .

Результирующее оптическое увеличение для кинематографического процесса для горизонтальной ( $M_{rh}$ ) и перпендикулярной к горизонтали ( $M_{rv}$ ) слагающих



вектора  $\vec{M}_r$  или его модуля ( $M_r$ ) для контура эквивалентного предмета может быть определено с помощью соотношений (5), (6) как произведение оптических увеличений отдельных звеньев: съемки ( $M_{ch}$ ,  $M_{cv}$ ,  $M_c$ ), печати ( $M_{kh}$ ,  $M_{kv}$ ,  $M_k$ ), проекции ( $M_{nh}$ ,  $M_{nv}$ ,  $M_n$ ) и наблюдения ( $M_{sh}$ ,  $M_{sv}$ ,  $M_s$ ):

$$\begin{aligned} M_{rh} &= M_{ch} \cdot M_{kh} \cdot M_{nh} \cdot M_{sh}; \\ M_{rv} &= M_{cv} \cdot M_{kv} \cdot M_{nv} \cdot M_{sv}; \\ M_r &= M_c \cdot M_k \cdot M_n \cdot M_s; \\ A_r &= A_c \cdot A_k \cdot A_n. \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь:  $M_c$ ,  $M_k$ ,  $M_n$ ,  $M_s$  — модули соответствующих друг другу векторов линейного оптического увеличения при съемке, печати, проекции и наблюдении;  $A_r$ ,  $A_c$ ,  $A_k$ ,  $A_n$  — коэффициенты анаморфирования: результирующий, а также в звеньях съемки, печати и проекции.

Результирующий наклон прямолинейного контура предмета для кинематографического процесса может быть определен из следующих соотношений:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_N &= \Phi_c(\operatorname{tg} \varphi_A); \operatorname{tg} \varphi_P = \Phi_k(\operatorname{tg} \varphi_{N_1}); \\ \operatorname{tg} \varphi_E &= \Phi_n(\operatorname{tg} \varphi_P); \operatorname{tg} \varphi_a = \Phi_s(\operatorname{tg} \varphi_E). \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь:  $\varphi_A$ ,  $\varphi_N$ ,  $\varphi_P$ ,  $\varphi_E$ ,  $\varphi_Q$  — углы наклона соответствующих друг другу прямолинейных контуров: предмета, снятого на пленку, его изображений на негативе, позитиве, экране, а также эквивалентного предмета;  $\Phi_c$ ,  $\Phi_k$ ,  $\Phi_n$ ,  $\Phi_s$  — функции (6) для процессов: съемки, печати проекции и наблюдения.

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \Phi(\operatorname{tg} \varphi_1). \quad (9)$$

### Трапецевидные искажения

В случае наклонных положений съемочной камеры при съемке или кинопроектора при проекции могут возникать трапецевидные искажения, когда предметы с правильными прямоугольными контурами кажутся в кинематографе искаженными, имеющими, подобно трапеции, наклоненные вертикальные контуры.

Коэффициент трапецевидных искажений можно принять равным котангенсу угла наклона линий эквивалентного предмета, соответствующих вертикальным линиям предмета, снятого на пленку.

$$\xi_T = \operatorname{ctg} \varphi_Q \text{ при } \varphi_A = \varphi_1 = \frac{\pi}{2}. \quad (10)$$

Примем приближенно здесь и далее, что поверхности пленок в кадровых окнах съемочных, копировальных и проекционных аппаратов являются плоскими. Пусть поверхность экрана также плоская. Если предмет, снятый на пленку, имеет наряду с вертикальными также и горизонтальные контуры и форма предмета известна зрителю так, что доминируют признаки первой группы и соответствующие контуры эквивалентного предмета оказываются горизонтальными, то из соотношений (6), (8), (10) для малых углов наклона можно получить

$$\begin{aligned} \xi'_T &\cong -\sin \beta_c^0 \cdot \operatorname{tg} \alpha_c + \sin(\beta_E - \beta_n^0) \cdot \operatorname{tg} \alpha_n + \\ &+ \sin(\beta_n^0 - \beta_E) \cdot \operatorname{tg} \alpha_s. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь  $\beta_c^0$ ,  $\beta_n^0$ ,  $\beta_E$  — вертикальные углы наклона: съемочной камеры, кинопроектора, экрана;  $\alpha_c = \alpha_3$  при съемке;  $\alpha_n = \alpha_3$  при проекции;  $\alpha_s = \alpha_3$  при наблюдении изображения на экране.

$$\operatorname{tg} \beta_s^0 \cong \frac{h_E + l_n \cdot \operatorname{tg} \beta_n}{l_y}. \quad (12)$$

Здесь  $l_n$  — проекционное расстояние;  $h_E$  — вертикальная слагающая отрезка, соединяющего глаз зрителя и центр экрана;  $l_y$  — слагающая в направлении оси  $OY$  отрезка, соединяющего глаза зрителя и точку изображения на экране, соответствующего углу  $\beta_s$

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \alpha_c \cdot M_k \cdot \frac{f_c}{f_n}; \\ \beta_n &\cong \beta_n^0 + \beta_c^0 \cdot M_k \cdot \frac{f_c}{f_n}. \end{aligned} \quad (13)$$

Здесь:  $f_c$ ,  $f_n$  — фокусные расстояния съемочного и проекционного объективов.

В том случае, если доминируют признаки третьей группы, то очевидно эквивалентный предмет лежит в плоскости экрана, т. е.  $\beta_Q = \beta_E$ , и коэффициент трапецевидных искажений, согласно (6), (8), (10) равен

$$\xi''_T \cong -\sin \beta_c^0 \cdot \operatorname{tg} \alpha_c + \sin(\beta_E - \beta_n^0) \cdot \operatorname{tg} \alpha_n. \quad (14)$$

Если зритель в результате действия вестибулярного аппарата или наблюдения вертикальных контуров предметов в зрительном зале воспринимает изображение так, что поверхность эквивалентного предмета оказывается строго вертикаль-

ной, то очевидно,  $\beta_Q = 0$  и, согласно (6), (8), (10):

$$\xi_T''' \cong -\sin \beta_n^0 \operatorname{tg} \alpha_c + \sin (\beta_E - \beta_n^0) \times \\ \times \operatorname{tg} \alpha_n - \sin \beta_E \cdot \operatorname{tg} \alpha_s. \quad (15)$$

Из формул (11), (14), (15) видно, что трапецевидные искажения, обусловленные наличием вертикального угла проекции ( $\beta_n^0$ ), не могут быть в общем случае устранены наклоном экрана ( $\beta_E$ ), так как компенсирующее действие при этом зависит от механизма восприятия, т. е. характера действующих зрительных признаков и содержания кадров, а также оказывается различным для разных зрительских мест.

### Искривление горизонтальных линий

При проекции фильмов на экраны с поверхностью, изогнутой по горизонтали, например в широкоформатном или панорамном кинематографе, могут возникать геометрические искажения, когда предметы правильной формы кажутся в кинематографе искаженными, имеющими искривленные горизонтальные контуры.

Коэффициент искривления горизонтальных линий можно принять равным разности для двух точек тангенсов угла наклона линий эквивалентного предмета, соответствующей горизонтальной линии предмета, снятого на пленку.

$$\xi_h = \operatorname{tg} \varphi_Q - \operatorname{tg} \varphi_Q^{***}$$

$$\text{при } \varphi_A = \varphi_1, \beta^{***} \cong \beta. \quad (16)$$

Здесь:  $\varphi_Q, \varphi_Q^{***}$  — углы наклона линии эквивалентного предмета для двух точек, соответствующих углам  $\alpha, \beta$  (данная точка) и  $\alpha^{***}, \beta^{***}$  (точка сравнения); значения  $\alpha^{***}$  следует выбрать так, чтобы они соответствовали малым значениям  $\operatorname{tg} \varphi_Q^{***}$ , например для центра экрана, т. е.  $\alpha_n^{***} = 0$ .

Пусть поверхность экрана изогнута по горизонтали и не имеет наклона по вертикали. Если при наблюдении изображения на экране доминируют признаки первой группы и форма предмета известна зрителю так, что поверхность эквивалентного предмета перпендикулярна оси проекции, то из соотношений (6), (8), (16) для

малых искривлений поверхности экрана можно получить

$$\xi_h' \cong \sin \alpha_E (\operatorname{tg} \beta_n - \operatorname{tg} \beta_s). \quad (17)$$

Если доминируют признаки третьей группы, то поверхность эквивалентного предмета совпадает с поверхностью экрана, т. е.

$$\alpha_Q = \alpha_E; \beta_Q = \beta_E$$

и из формул (6), (8), (16) можно получить

$$\xi_h'' \cong \sin \alpha_E \cdot \operatorname{tg} \beta_n. \quad (18)$$

### Искривление вертикальных линий

В последние годы в США были разработаны новые виды кинозрелищ с экранами, имеющими изогнутую форму по вертикали и горизонтали (спейсариум и др.). В подобного рода системах наряду с искривлением горизонтальных линий происходит также искривление и вертикальных линий.

Коэффициент искривления вертикальных линий можно принять равным разности для двух точек тангенсов угла наклона линии эквивалентного предмета, соответствующей вертикальной линии предмета, снятого на пленку

$$\xi_v = \operatorname{ctg} \varphi_Q - \operatorname{ctg} \varphi_Q^{***}$$

$$\text{при } \varphi_A = \varphi_1 = \frac{\pi}{2}, \alpha^{***} \cong \alpha.$$

Здесь:  $\varphi_Q, \varphi_Q^{***}$  — углы наклона линии эквивалентного предмета для двух точек, соответствующих углам  $\alpha, \beta$  и  $\alpha^{***}, \beta^{***}$ ; значения  $\beta^{***}$  следует выбирать так, чтобы они соответствовали малым значениям  $\operatorname{ctg} \varphi_Q^{***}$ , например для центра экрана  $\beta_n^{***} = 0$ .

Если при наблюдении изображений на экране доминируют признаки первой группы, то, согласно соотношениям (6), (8), (19), коэффициент искривления вертикальных линий равен

$$\xi_v' \cong \sin \beta_E (\operatorname{tg} \alpha_n - \operatorname{tg} \alpha_s). \quad (20)$$

Если доминируют признаки третьей группы, то коэффициент искривления вертикальных линий равен, согласно (6), (8), (19)

$$\xi_v'' \cong \sin \beta_E \cdot \operatorname{tg} \alpha_n. \quad (21)$$



### Сплющивание предметов по горизонтали и вертикали

Для любых систем кинематографа характерно возникновение геометрических искажений в виде неестественного сплющивания предметов, особенно для боковых и близких к экрану мест. Рассмотрим передачу изображения предмета, имеющего форму шара, контур которого является окружностью с радиусом  $r_A = \text{const}$ . Данного рода геометрические искажения количественно можно характеризовать величиной

$$\xi_a = \frac{M_{rh}}{M_{rv}} - 1. \quad (22)$$

Примем, что поверхность экрана является цилиндрической или плоской, а вертикальные углы  $\beta$  для всех звеньев кинематографического процесса малы. Если при наблюдении изображения доминируют признаки первой группы и зритель воспринимает знакомый ему предмет как имеющий форму шара, т. е.  $\alpha_Q = \alpha_s$ ;  $\beta_Q = \beta_s$ , то из соотношений (5), (7), (22) можно получить

$$\xi'_a \cong \frac{A_r \cdot \cos \alpha_n \cdot \cos (\alpha_E - \alpha_s)}{\cos \alpha_c \cdot \cos (\alpha_E - \alpha_n)} - 1. \quad (23)$$

Если доминируют зрительные признаки третьей группы, то контур эквивалентного предмета лежит в плоскости экрана и, согласно (5), (7), (22)

$$\xi''_a \cong \frac{A_r \cdot \cos \alpha_n}{\cos \alpha_c \cdot \cos (\alpha_E - \alpha_n)} - 1. \quad (24)$$

Из формул (23), (24) видно, что при проекции на сильно изогнутый экран геометрические искажения, выражающиеся в сплющивании предметов, могут быть несколько уменьшены для основной зоны зрительских мест путем применения анаморфотной оптики с переменным коэффициентом анаморфозы, как это осуществлено, например, в новой однообъективной системе Синерама.

### Сплющивание предметов в диагональных направлениях

В ряде случаев в различных системах кинематографа возникают геометрические искажения в виде неестественного сплющивания предметов в диагональных направлениях под углом  $45^\circ$  к горизонтали.

Такого рода искажения характерны для изображений, расположенных в верхних боковых частях экрана и рассматриваемых зрителями из передних боковых мест. Рассмотрим передачу изображения предмета, имеющего форму шара, контур которого является окружностью с радиусом  $r_A$ . Данного рода искажения количественно можно оценивать величиной

$$\xi_g = \frac{M_{g1}}{M_{g2}} - 1; \quad \frac{M_{g1}}{M_{g2}} = \frac{M_{h1} + M_{v1}}{M_{h2} + M_{v2}} \quad (25)$$

Здесь:  $M_{g1}$ ,  $M_{g2}$  — линейные оптические увеличения для диагональных направлений;  $M_{h1}$ ,  $M_{v1}$  соответствуют условию  $\text{tg } \varphi_1 = 1$ ;  $M_{h2}$ ,  $M_{v2}$  соответствуют условию  $\text{tg } \varphi_1 = -1$ .

Если при наблюдении изображения на экране доминируют зрительные признаки первой группы и справедливы условия, принятые в предыдущем разделе, то получаем согласно формулам (5), (25),

$$\xi'_g \cong \frac{-2}{1 + \frac{\cos \alpha_s + \cos \theta_s}{\sin \alpha_s \cdot \sin \theta_s}}; \quad \text{tg } \theta_s = \cos \alpha_s \text{ tg } \beta_s. \quad (26)$$

### Передача изображений малых элементов предметов с различной разностью параллакс

Рассмотрим передачу в кинематографе изображений малых элементов, когда эта передача осуществляется с различной для разных элементов предметов разностью параллакс, например в системах стереоскопического кинематографа, основанного на использовании бинокулярных зрительных признаков. Примем, что контуры весьма малых элементов предметов и их изображений на пленке и экране лежат в горизонтальной плоскости. Такой случай имеет наиболее важное практическое значение, так как соответствует системам стереоскопического кинематографа.

На рис. 3 показана схема передачи изображения одного звена кинематографического процесса (съемки, печати, проекции или наблюдения). Каждое звено имеет два оптических центра передачи изображений, местоположение которых определяется концами векторов  $\vec{r}_7^*$ ,  $\vec{r}_7^{**}$ . При этом  $\vec{r}_7^{**} = -\vec{r}_7^*$ .

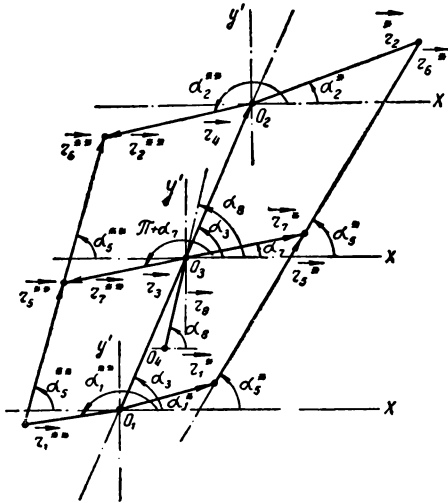


Рис. 3. Схема передачи изображения в звене кинематографического процесса с двумя оптическими центрами

Точки изображения на входе звена (передаваемые через оптический центр  $\vec{r}_7^*$ ) расположены на прямой и их местоположение определяется концом вектора  $\vec{r}_1^*$ . Точки изображения на входе звена, передаваемые через центр  $\vec{r}_7^{**}$ , определяются  $\vec{r}_1^{**}$ . Соответствующие точки на выходе звена лежат на прямых и определяются векторами  $\vec{r}_6^*$ ;  $\vec{r}_6^{**}$ . Обозначения с индексом \* соответствуют одной точке наблюдения, например, левому глазу, а с ин-

дексом \*\* — другой точке наблюдения, например, правому глазу в системах стереоскопического кино.

Если передаваемое изображение контура имеет вид отрезка длиной  $a$ , начало которого соответствует индексу  $d$ , а конец индексу  $e$ , то, очевидно, справедливы соотношения

$$\begin{aligned} \vec{a}_1^* &= \vec{r}_{1d}^* - \vec{r}_{1e}^*; \quad \vec{a}_2^* = \vec{r}_{2d}^* - \vec{r}_{2e}^*; \\ \vec{a}_1^{**} &= \vec{r}_{1d}^{**} - \vec{r}_{1e}^{**}; \quad \vec{a}_2^{**} = \vec{r}_{2d}^{**} - \vec{r}_{2e}^{**}. \end{aligned} \quad (27)$$

Оси координат  $OX$  и  $OY'$  лежат в горизонтальной плоскости. Ось  $OY'$  является проекцией на горизонтальную плоскость оси  $OY$ ; направление последней удобно выбрать совпадающим с направлением оси съемки или оси кинопроекции.

При обычных малых значениях углового параллакса  $\gamma$  и углах  $\alpha_s$ , близких к  $\frac{\pi}{2}$ , согласно рис. 3, можно получить формулу (28) для углового параллакса: При этом  $\gamma = \alpha_5^* - \alpha_5^{**}$ .

Разность угловых параллаксов  $\gamma_d$  для начала и конца изображения отрезка  $a_1$  равна (29).

Если в кинематографическом процессе какая-либо точка изображения ( $\vec{r}_{1d}$ ) сравнивается с точкой реального предмета, например кромки экрана, то разность угловых параллаксов в этом случае равна

$$\gamma_r = \gamma - \gamma_0. \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \gamma \cong & \frac{2r_7 \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_7) + r_1^{**} \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^{**}) - r_1^* \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^*)}{r_3 \cdot \sin^2 \alpha_3} + \\ & + \frac{2r_7 \cdot \cos \alpha_7}{r_3^2 \cdot \sin^2 \alpha_3} (r_1^* \cdot \sin \alpha_1^* + r_1^{**} \cdot \sin \alpha_1^{**}). \end{aligned} \quad (28)$$

$$\gamma_d \cong \frac{a_1^{**} \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^{**}) - a_1^* \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^*)}{r_3 \cdot \sin^2 \alpha_3} + \frac{2r_7 \cdot \cos \alpha_7}{r_3^2 \cdot \sin^2 \alpha_3} (a_1^* \cdot \sin \alpha_1^* + a_1^{**} \cdot \sin \alpha_1^{**}). \quad (29)$$

$$\begin{aligned} \gamma_r \cong & \frac{2r_7 \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_7) + r_1^{**} \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^{**}) - r_1^* \cdot \sin(\alpha_3 - \alpha_1^*)}{r_3 \cdot \sin^2 \alpha_3} + \\ & + \frac{2r_7 \cdot \cos \alpha_7}{r_3^2 \cdot \sin^2 \alpha_3} (r_1^* \cdot \sin \alpha_1^* + r_1^{**} \cdot \sin \alpha_1^{**}) - \frac{2r_7 \cdot \sin(\alpha_8 - \alpha_7)}{r_8 \cdot \sin^2 \alpha_3}. \end{aligned} \quad (31)$$

Здесь:  $\gamma_0$  — угловой параллакс для какой-либо точки реального предмета ( $O_4$  — рис. 3).

Из соотношений (28), (30), можно получить (31), где  $r_8$  — модуль вектора  $\vec{r}_8$ , определяющего местоположение точки ( $O_4$  — рис. 3) реального предмета.

### Перспективные искажения

Как в обычных, так и стереоскопических системах кинематографа могут возникать перспективные искажения, когда соотношения между продольными и поперечными размерами предметов кажутся искаженными. Глубина пространства оказывается неестественно малой или, наоборот, чрезмерно большой. Рассмотрим передачу в кинематографическом процессе изображения предмета, имеющего контур, лежащий в горизонтальной плоскости и состоящий из трех равных по длине отрезков, образующих ломаную линию с двумя прямоугольными изломами (три стороны квадрата). Один отрезок контура снятого на пленку предмета  $a_{A3}$ , является продольным, а два других отрезка  $a_{A1}$ ,  $a_{A2}$  являются поперечными, перпендикулярными оптической оси съёмочного объектива. При этом  $a_{A1} = a_{A2} = a_{A3} = a_A$ .

Перспективные искажения можно количественно оценивать следующей величиной

$$\xi_n = \frac{a_{Q3}}{a_{Q1}} - 1. \quad (32)$$

Здесь:  $a_{Q1}$ ,  $a_{Q3}$  — длина отрезков контура эквивалентного предмета, соответствующих отрезкам контура предмета, снятого на пленку  $a_{A1}$ ,  $a_{A3}$ .

Примем (здесь и далее), что поверхность экрана является плоской и вертикальной, а ось проекции перпендикулярна этой поверхности. Если при наблюдении изображения на экране доминируют признаки первой и второй групп и для зрителя ближний и дальний поперечные размеры контуров предмета воспринимаются одинаковыми, то из соотношений (27), (32) и схемы рис. 3 можно получить

$$\xi_n' = \frac{1}{M_\Phi} - 1; \quad \frac{l_Q}{l_c} \cong \frac{1}{M_\Phi}. \quad (33)$$

Здесь:  $l_c$ ,  $l_Q$  — расстояние от съёмочного объектива до снимаемого предмета и расстояние от зрителя до эквивалентного предмета;  $M_\Phi$  — угловое увеличение сквозного кинематографического процесса, приблизительно равное отношению угла, в котором зритель видит изображение на экране, к углу, в котором камера снимает соответствующий этому изображению предмет.

$$M_\Phi = \frac{f_c \cdot M_k \cdot l_n}{f_n \cdot l_s}, \quad (34)$$

где:  $l_s$  — расстояние от зрителя до экрана;  $l_s \cong r_3$ .

Если при наблюдении изображения на экране доминируют признаки первой и третьей групп и зритель воспринимает изображение предмета так, что ближний поперечный размер предмета представляется ему точно равным соответствующему размеру реального предмета, то из (27), (29), (32) и рис. 3 можно получить

$$\xi_n'' = \frac{K_c}{M_\Phi} - 1;$$

$$\frac{1}{l_{Q1}} - \frac{1}{l_{Q2}} = K_c M_\Phi \left( \frac{1}{l_{c1}} - \frac{1}{l_{c2}} \right), \quad (35)$$

где:  $K_c$  — коэффициент базиса передачи изображения  $K_c = \frac{b_c}{b_s}$ ;  $b_c$ ,  $b_s$  — базис съёмки и базис зрения;  $b_c = 2r_7$  при съёмке;  $b_s = 2r_7$  при наблюдении;  $l_{c1}$ ,  $l_{c2}$  — расстояние от съёмочного объектива до отрезков  $a_{A1}$ ,  $a_{A2}$  контура предмета, снятого на пленку;  $l_{Q1}$ ,  $l_{Q2}$  — расстояние от зрителя до отрезков  $a_{Q1}$ ,  $a_{Q2}$  контура эквивалентного предмета.

Если при наблюдении изображения на экране доминируют признаки первой и третьей групп так, что зритель воспринимает кромку рамки экрана как расположенную на расстоянии ( $l_s$ ), равном действительному расстоянию от зрителя до экрана, то из (31), (32) и рис. 3 можно получить

$$\xi_n''' = \frac{K_c}{\frac{l_c}{l_s} + K_c \cdot M_\Phi \left( 1 - \frac{l_c}{l_r} \right)} - 1; \quad (36)$$

$$\frac{1}{l_Q} - \frac{1}{l_s} = K_c \cdot M_\Phi \left( \frac{1}{l_c} - \frac{1}{l_r} \right).$$

Здесь:  $l_Q = l_{Q1}$ ;  $l_c = l_{c1}$ ;  $l_r = l_{c2}$  при  $l_{Q2} = l_s$ .

Если киносъёмка производится прямолинейно движущейся камерой в обычных



системах кинематографа, то вышеприведенные формулы (35), (36) для оценки геометрических искажений оказываются справедливыми, как и в случае стереоскопических систем кинематографа, основанных на бинокулярном методе передачи изображения. В указанном случае величина  $b_c$  равна расстоянию между какими-либо двумя положениями камеры, а величина  $b_s$  равна расстоянию между двумя соответствующими положениями кажущегося перемещения зрителя по отношению к предметам, как бы перемещающимся перед зрителем, наблюдающим изображение этих предметов на экране. В случае горизонтального перемещения камеры, согласно рис. 3, получаем

$$b_s = \frac{b_c \cdot M_\Phi \cdot l_Q}{l_c}; \quad (37)$$

здесь отношение  $\frac{l_Q}{l_c}$  зависит от процесса восприятия изображения и может, например, равняться (33).

### Нарушение абсолютных размеров предметов

В стереоскопических системах кинематографа иногда возникают геометрические искажения, заключающиеся в нарушении абсолютных размеров предметов, когда знакомые зрителю предметы оказываются неестественно большими или неестественно малыми. Геометрические искажения данного рода можно количественно оценивать коэффициентом

$$\xi_p = \frac{a_{Q1}}{a_{A1}} - 1. \quad (38)$$

Рассмотрим передачу изображения предмета, состоящего из трех равных по длине отрезков, как в предыдущем разделе.

Если доминируют признаки первой и второй групп так, что зритель воспринимает изображение предмета как точно равного по размеру ( $a_{A1}$ ) действительному предмету, снятому на пленку, то, очевидно,

$$\xi_p' = 0. \quad (39)$$

Если доминируют признаки первой и третьей групп так, что ближний поперечный размер предмета представляется зрителю равным соответствующему размеру

реального предмета, то из соотношений (27), (29), (38) и схемы рис. 3 можно получить

$$\xi_p'' = \frac{1}{\frac{l_{c1}}{l_{c2}} + K_c \left(1 - \frac{l_{c1}}{l_{c2}}\right)} - 1. \quad (40)$$

Если доминируют признаки первой и третьей групп так, что зритель воспринимает кромку рамки экрана как расположенную на расстоянии, равном действительному расстоянию от зрителя до экрана, то из (31), (35) и рис. 3 можно получить

$$\xi_p''' = \frac{M_\Phi}{\frac{l_c}{l_s} + K_c M_\Phi \left(1 - \frac{l_c}{l_r}\right)} - 1 \quad (41)$$

### Перекося продольных контуров предметов

В системах стереоскопического кинематографа иногда наблюдаются геометрические искажения, когда взаимно перпендикулярные продольные и поперечные контуры предметов кажутся зрителю неестественно перекошенными, расположенными по отношению друг к другу под острым или тупым углами. Рассмотрим передачу изображения контура, состоящего из трех взаимно перпендикулярных отрезков, лежащих в горизонтальной плоскости (как в предыдущем разделе).

Перекося продольных контуров предметов можно характеризовать коэффициентом (рис. 3):

$$\xi_y = \frac{r_{2d}^* \cdot \cos \alpha_{2d}^* - r_{2e}^* \cdot \cos \alpha_{2e}^*}{r_{2d}^* \cdot \sin \alpha_{2d}^* - r_{2e}^* \cdot \sin \alpha_{2e}^*}. \quad (42)$$

Здесь:  $r_{2d}^*$ ,  $r_{2e}^*$  — модули векторов  $\vec{r}_{2d}$ ,  $\vec{r}_{2e}$ , соответствующие началу и концу продольного контура эквивалентного предмета;  $\alpha_{2d}^*$ ,  $\alpha_{2e}^*$  — углы между осью  $X$  и векторами  $\vec{r}_{2d}$ ,  $\vec{r}_{2e}$ .

Если доминируют зрительные признаки второй и третьей групп и зритель смотрит на изображение предмета на экране под значительным горизонтальным углом  $\alpha_s = \alpha_3$  по отношению к оси проекции, то из соотношений (27), (43) и схемы рис. 3 можно получить

$$\xi_y \cong \operatorname{ctg} \alpha_s. \quad (43)$$

### О практическом применении объективных количественных оценок геометрических искажений в кинематографе

Выполненная работа позволяет сделать ряд замечаний в связи с ранее опубликованными работами в области геометрических искажений в кинематографе. Количественная оценка геометрических искажений обусловленных отдельными звеньями кинематографического процесса, например, проекций без рассмотрения сквозного кинематографического процесса, включающего все его звенья, как это делают некоторые авторы [3, 4, 5], не может дать достаточно полного обоснования для нормирования условий съемки и проекции или расположения зрительских мест в кинотеатрах.

Количественная оценка искажений на основе только одной группы зрительных признаков, например угловых размеров [4, 5] или углового параллакса наблюдения [6, 7, 8], или разности угловых параллаксов наблюдения [9], не позволяет достаточно полно характеризовать передачу изображений в кинематографе и дает возможность лишь в частных случаях правильно определить геометрические искажения. Поэтому на такой основе нельзя разработать полноценные рекомендации по съемке фильмов и по проектированию кинотеатров. Указанная задача может быть решена лишь с учетом важнейшей закономерности кинематографического процесса, заключающейся в возможности формирования различных зрительных образов под действием разных групп зрительных признаков в зависимости от конкретного содержания изображения и условий его восприятия, оцениваемых количественными параметрами.

Экспериментальная работа, проводимая в НИКФИ кандидатом педагогических наук С. М. Козловским, позволила получить зависимости между визуальной оценкой качества изображения в кинематографе и количественными значениями коэффициентов  $\xi$  для нескольких видов искажений; им получены также предельно допустимые значения этих коэффициентов. Зная подобные значения коэффициентов  $\xi$ , можно использовать приведенные в данной статье формулы для количественной оценки различных систем кинематографа в отношении возникающих в них геометрических искажений, а также применить эти формулы при разработке и уточнении норм проектирования кинотеатров, рекомендаций по съемке кинофильмов, а также при разработке новых систем кинематографа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г., Техника кино и телевидения, № 6, 1960.
2. Комар В. Г., Возможности совершенствования техники кинематографа, Труды V конгресса УНИАТЕК, октябрь 1962 г.
3. Голдовский Е. М., Проблемы панорамного и широкоэкранного кинематографа, «Искусство», 1958.
4. Савченко М. Р., Геометрические искажения экранного изображения с различных зрительских мест, Техника кино и телевидения, 1963, № 2.
5. Савченко М. Р., Техника кино и телевидения, 1964, № 8.
6. Споттисвуд Р., Споттисвуд Н., Смит Ч., Основные принципы изготовления стереоскопических фильмов, JSMPTE, 59, 1952, № 10.
7. Иванов Б. Т., Стереокинотехника, «Искусство», 1956.
8. Болтянский А. Г., Техника кино и телевидения, 1957, № 5.
9. Шацкая А. Н., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 5, вып. 3, 1960.

*Всесоюзный научно-исследовательский  
кинофотоинститут*

# ГРЕЙФЕРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ С СИЛОВЫМ ЗАМЫКАНИЕМ

778 533

Излагается теория грейферных механизмов с силовым замыканием с выводом расчетных формул. Обсуждается вопрос об области применения этих механизмов.

Грейферные механизмы с силовым замыканием обладают одной привлекательной особенностью, которая заключается в том, что износ ведущих и ведомых элементов механизма не порождает между ними зазоров, как в механизмах с кинематическим замыканием.

Возникновение зазоров между звеньями механизма приводит к увеличению шума при работе и ускоряет дальнейший износ механизма.

Грейферные механизмы с силовым замыканием, в которых ведущим элементом является кулачок открытого типа, позволяют произвольно выбирать кинематическую характеристику, величину рабочего угла  $\alpha_p$ , а также дают возможность профиль кулачка делать таким, чтобы лентопротяжный зуб перед выходом из перфорации (после рабочего такта) мог бы приподниматься над рабочей кромкой перфорации. Эта мера исключает явление скашивания кромки перфорации в процессе выхода зуба из нее, что особенно важно, если зуб имеет следы износа в виде углубления («крючка»).

На рис. 1 показана одна из возможных принципиальных схем механизма ползунного типа, а на рис. 2 — подобный же механизм рычажного типа.

Грейферная рамка 1 (см. рис. 1), несущая лентопротяжные зубья 2 (гребенку), может скользить вдоль неподвижно закрепленной скалки 3. Пружина 4 отжимает рамку вверх, благодаря чему она своим толкателем 5 упирается в кулачок 6.

Ради простоты предположим пока, что толкатель 5 острокопечный (игольчатый) и упирается в кулачок одной неизменной точкой  $A$ .

Кулачок 6 вращается в направлении часовой стрелки.

Благодаря соответственно построенному кулачку, профиль которого отдельно изображен на

рис. 3, при вращении кулачка рамка будет перемещаться в вертикальном направлении вдоль скалки 3.

Рабочий ход грейфера начинается с момента, когда точка  $A$  контакта толкателя и кулачка совпадает с точкой  $b$  (см. рис. 1 и 3). На протяжении угла поворота  $\alpha_p$ , т. е. рабочего угла скачкового механизма, кулачок заставляет рамку двигаться вниз, преодолевая при этом инерционное сопротивление элементов механизма и киноленты, сил трения и упругого сопротивления пружины 4. В конце рабочего хода точка  $A$  встречается с точкой  $c$  профиля. С этого момента начинается период покоя механизма, который длится на время поворота кулачка на угол  $cOd$ . Затем, на протяжении дуги  $de$  происходит только подъем зубьев над кромкой перфорации на небольшую величину  $q$ , и только после этого начинается процесс выхода зубьев из перфорации, который завершается в момент совпадения точек  $A$  и  $f$ . Далее происходит скольжение точки  $A$  вдоль участка  $fa$  профиля кулачка. На этом участке, соответствующем углу возврата  $\alpha_v$ , рамка переходит в исходное положение, в котором она пребывает на протяжении участка  $av$  профиля. За это время зубья

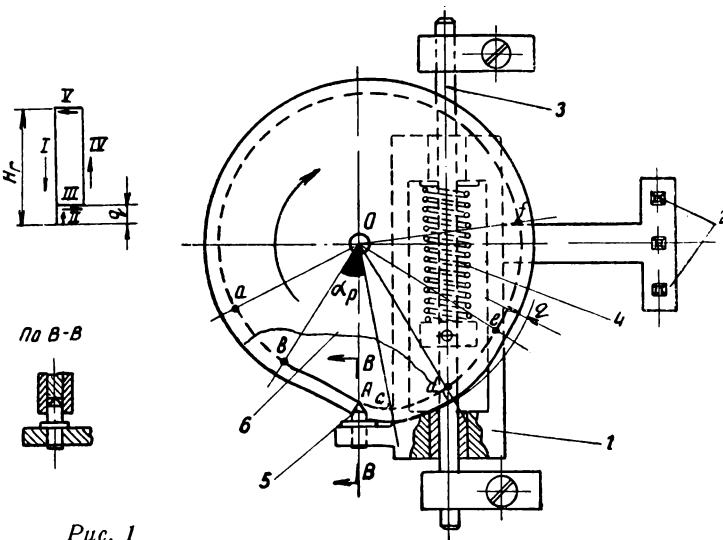


Рис. 1



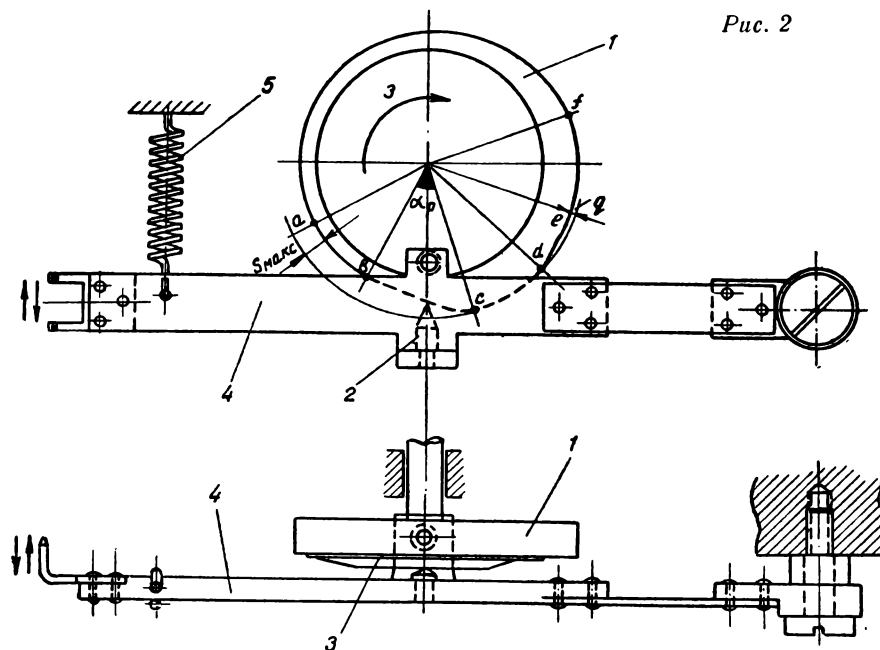


Рис. 2

зводятся в перфорации. Затем цикл повторяется.

Ввод и вывод зубьев из перфорации осуществляются каким-либо другим кулачком, работающим по принципу или кинематического, или силового замыкания.

Например, в нашей первой схеме (см. рис. 1) эти операции выполняются криволинейным пазом на периферии основного кулачка, представляющего собой, по существу, второй, пространственный кулачок пазового типа, работающего по принципу кинематического замыкания. В пазу этого кулачка размещается толкатель 5, соприкасающийся со стенками паза своей цилиндрической частью, как это видно на рис. 1 (сечение  $B-B$ ).

Кулачок 1 на рис. 2 выполняет те же функции и строится так же, как и кулачок на рис. 1. Разница здесь в том, что толкатель 2 описывает некоторую дугу, в то время как в предыдущей схеме толкатель движется по прямой. Ввод и вывод зубьев из перфорации осуществляется пространственным кулачком 3 открытого типа, к которому рамка 4 прижимается пружиной 5, т. е. здесь происходит силовое замыкание.

Рассмотрим сначала подробно первый вариант механизма (см. рис. 1). Распространение полученных выводов на второй ва-

риант (см. рис. 2) в дальнейшем не представляется труда.

Закон движения толкателя при его рабочем ходе, т. е. кинематическая характеристика механизма, определяется участком  $bc$  профиля кулачка.

Значение радиуса-вектора  $\rho$  точки  $A$  запишем так:

$$\rho = \rho_0 + S(\alpha), \quad (1)$$

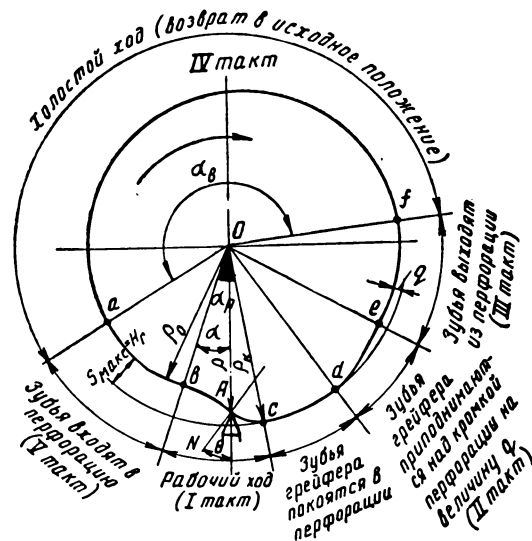


Рис. 3:

$\alpha_p$  — рабочий угол механизма;  $\theta$  — угол давления

где  $S(\alpha)$  — величина смещения толкателя со своего начального положения (когда точка  $A$  совпадает с точкой  $b$  и  $\rho = \rho_0$ ) в зависимости от угла  $\alpha$  (см. рис. 3), максимальное значение которого определяется рабочим углом  $\alpha_p$ . При  $\alpha = \alpha_p$   $S = S_{\max} = = H_r$  — шагу грейферного механизма.

Обычно кинематическая характеристика задается характером изменения ускорения, поскольку это определяет динамические нагрузки механизма.

В [1] дано несколько вариантов графиков ускорения. Здесь, как обычно, ускорение задано как функция времени. Для того чтобы перейти к аргументу  $\alpha$ , нужно воспользоваться пропорцией  $\frac{\alpha}{\alpha_p} = \frac{t}{t_d}$ ,

которая получается из следующих соображений: если  $\omega$  — угловая скорость кулачка, то  $\alpha = \omega t$ , а  $\alpha_p = \omega t_d$ ; поделив первое из этих равенств на второе, получим эту пропорцию.

Заметим попутно, что при  $\alpha = 2\pi$ , т. е. при одном полном обороте кулачка,  $2\pi = \omega T$ , где  $T$  — период работы скачкового механизма.

Выбрав тот или иной закон изменения ускорения  $a$ , можно двухкратным интегрированием получить выражение  $S(\alpha)$ .

Жесткость пружины 4 (см. рис. 1) должна быть подобрана (рассчитана) так, чтобы на всем протяжении рабочего цикла, т. е. на участке  $bc$  кулачка происходило силовое замыкание. Если это условие будет соблюдено для участка  $bc$ , то понятно, что оно автоматически будет иметь место и для всех остальных участков контура кулачка и, в частности, для угла возврата  $\alpha_n$  (см. рис. 3), поскольку всегда  $\alpha_n > \alpha_p$ .

Примем следующие обозначения:  $F$  — сила, развиваемая на ведущем элементе механизма, т. е. в точке  $A$  контакта кулачка с толкателем вдоль радиуса-вектора  $\rho$ ;  $F_{ii}$  — приведенная к точке  $A$  сила инерции прерывисто передвигаемых элементов механизма, включая отрезок киноленты в фильмовом канале;  $F_{тф}$  — сила трения киноленты в фильмовом канале (величина практически постоянная);  $F_T$  — приведенная к точке  $A$  сумма сил трения, возникающих в звеньях механизма на протяжении рабочего цикла (при повороте кулачка на угол  $\alpha_p$ ). Следует подчеркнуть, что здесь имеются в виду только те силы трения, которые препятствуют движению элементов, несущих

лентопротяжные зубья, а не силы трения, возникающие, например, в опорах вала кулачка, силы трения между ведущим кулачком и толкателем и т. п.;  $F_{ii}$  — приведенная к точке  $A$  сила, развиваемая пружиной 4;  $F_{по}$  — начальная составляющая силы  $F_{ii}$ , т. е. сила давления пружины на кулачок в момент совпадения точек  $A$  и  $b$ .

Запишем уравнение сил, действующих вдоль радиуса вектора точки  $A$ :

$$F = F_{ii} + F_{тф} + F_T + F_{по}. \quad (2)$$

Пусть графики ускорения  $a$  и — соответственно — смещения  $S$  имеют вид, изображенный на рис. 4.

Если масса прерывисто движущихся элементов механизма  $M$ , а масса киноленты  $m$ , то

$$F_{ii} = a(M + m). \quad (3)$$

Далее, задавшись коэффициентом преувеличения 1,1, запишем

$$F_{тф} = 1,1 |a_{\max}^-| m = \text{const}. \quad (4)$$

Сумма сил трения в элементах механизма  $F_T(\alpha)$  может быть переменной и зависящей от конкретного конструктивного решения механизма.

Здесь мы зададимся некоторой произвольной кривой  $F_T(\alpha)$ , поскольку вопрос рассматривается в общем виде.

Наконец, запишем выражение для силы, развиваемой пружиной

$$F_{по} = F_{по0} + kS(\alpha), \quad (5)$$

где  $k$  — жесткость пружины в (г/см).

Для обеспечения силового замыкания необходимо соблюсти условие:  $F > 0$  на всем протяжении рабочего цикла.

Чтобы выяснить, какими средствами можно обеспечить это условие, построим

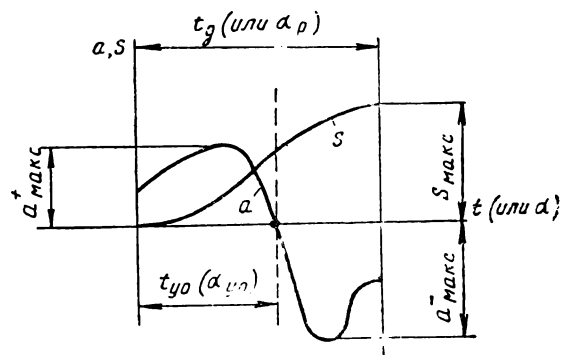


Рис. 4

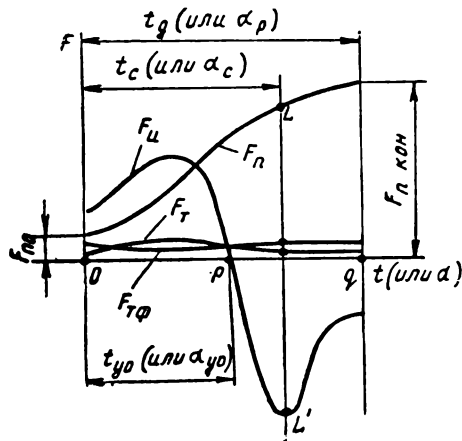


Рис. 5

графики составляющих правой стороны уравнения (2).

График сил инерции  $F_{и}$  (рис. 5) имеет такое же очертание, как и кривая ускорения  $a$  (см. рис. 4), ибо в выражении (3) сомножитель  $(M + m)$  представляет собой постоянную величину.

График силы  $F_{п}$  (см. рис. 5), развиваемой пружиной, имеет очертание кривой  $S$ , поскольку в соотношении (5) величина  $k$  — жесткость пружины — также является постоянной величиной.

График  $F_{тф}$  представляет собой прямую, параллельную оси абсцисс.

График  $F_{т}$  дан, как было упомянуто, ориентировочно.

Из рис. 5 видно, что от начала координат  $O$  до точки пересечения кривой  $p$  с осью абсцисс все четыре силы имеют положительный знак, и, следовательно, силовое замыкание обеспечивается всегда. А за точкой  $p$  кривая  $F_{и}$  переходит в область отрицательных значений и в точке  $L'$  по своему абсолютному значению достигает максимума. Здесь уже возможно нарушение силового замыкания.

Это может случиться, если отрицательная сила  $F_{и}$  в некоторой области по своему абсолютному значению превысит сумму сил  $F_{тф}$ ,  $F_{т}$  и  $F_{п}$  в этой же области. Чтобы этого не случилось, механизм надо построить следующим образом: кривая суммы сил  $F_{т}$ ,  $F_{тф}$  и  $F_{п}$  на участке  $pq$  оси абсцисс должна располагаться выше кривой абсолютных значений  $F_{и}$ .

Обычно силы  $F_{т}$  и  $F_{тф}$  значительно меньше сил  $F_{и}$  и  $F_{п}$ .

Действительно, величина  $F_{тф}$ , определяемая соотношением (4), мала, ибо мала величина  $m$  — массы отрезка киноленты, находящейся в прерывистом движении. Что касается  $F_{т}$ , то она сводится к минимуму усилиями конструктора, который обычно принимает все меры для уменьшения сил трения в механизме.

Поэтому решающая роль в уравновешивании сил инерции  $F_{и}$  в отрицательной области остается за пружиной.

Если абсциссу точки  $L'$  (см. рис. 5) обозначить через  $t_c$  (или  $\alpha_c$ ), то становится ясным, что надо выполнить условие

$$F_{п}(t_c) = |F_{и}(t_c)| \text{ или } F_{п}(\alpha_c) = |F_{и}(\alpha_c)|.$$

Следует, однако, помнить, что на практике неизбежен разброс теоретически рассчитанных величин. Учитывая это, возьмем некоторый коэффициент превышения  $b$  и запишем:

$$F_{п}(t_c) = b |F_{и}(t_c)| \text{ или } F_{п}(\alpha_c) = b |F_{и}(\alpha_c)|. \quad (6)$$

Если согласиться, что превышение  $F_{п}$  по сравнению с теоретическим должно составить что-нибудь порядка 5 или 10%, то коэффициент  $b$  составит соответственно 1,05 или 1,1.

Выяснив, таким образом, численное значение  $F_{п}(\alpha_c)$ , можно рассчитать необходимое значение  $k$  (жесткости пружины) по формуле (5), где вместо  $S(\alpha)$  надо подставить  $S(\alpha_c)$  и задаться значением  $F_{по}$ . Дать какие-либо строго обоснованные рекомендации в отношении выбора значения  $F_{по}$  трудно. Сугубо ориентировочно можно полагать достаточным, если  $F_{по}$  составит

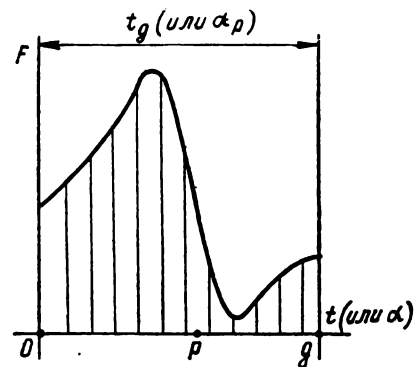


Рис. 6



около 5—10% от  $F_{и\max}$  либо можно задаться некоторой силой, скажем, порядка  $200 \div 500$  г в зависимости от конкретных условий.

Сложив кривые на рис. 5, получим характер изменения суммарной, радиальной нагрузки на кулачок в течение рабочего цикла. Как видно из рис. 6, график весьма неравномерен. Это обстоятельство порождает необходимость применения маховика. Маховик может оказаться излишним, разве только в аппаратуре для ленты 8-мм формата и при сравнительно больших значениях  $\alpha_p$ .

Из теории механизмов известно, что в подобного рода механизмах необходимо, чтобы угол давления  $\theta$  (см. рис. 3) не превышал  $30^\circ$  для механизмов ползунного типа и был не больше  $40\text{—}45^\circ$  в механизмах рычажного типа (см. рис. 2). Известно, что при одном и том же рабочем угле  $\alpha_p$  угол давления тем меньше, чем больше габариты кулачка. Следовательно, ограничивая значения угла давления  $\theta$  той или иной величиной, надо соответственно рассчитать значение радиуса-вектора  $\rho$  для участка (или точки) наибольшей крутизны кривой  $S(\alpha)$ .

Из математики известно, что если кривая задана в полярных координатах, как в нашем случае, то угол давления определяется так:

$$\operatorname{ctg} \theta = \frac{\rho}{\frac{d\rho}{d\alpha}}. \quad (7)$$

Отсюда, задавшись значением  $\theta$ , можем определить значение  $\rho$ . Заметим также, что, согласно уравнению (1),

$$\frac{d\rho}{d\alpha} = \frac{dS}{d\alpha}.$$

Максимальная крутизна кривой  $S$  имеет место в точке (или участке), где производная  $\frac{dS}{d\alpha}$  максимальна. Но  $\frac{dS}{d\alpha}$  это не что иное, как скорость изменения  $S$  в зависимости от  $\alpha$ , и поскольку максимальная скорость наступает в точке, где ускорение обращается в нуль, то никакого труда не представляет по графику ускорения установить абсциссу, соответствующую максимальной крутизне  $S(\alpha)$  (точка  $p$  на рис. 5).

Определив значение радиуса-вектора  $\rho_p$ , соответствующего нулевому ускорению, мо-

жем, согласно соотношению (1), вычислить начальное значение радиуса-вектора  $\rho_0$  так:

$$\rho_0 = \rho_p - S(\alpha_{y0}), \quad (8)$$

где  $\alpha_{y0}$  — угол  $\alpha$ , при котором ускорение падает до нуля (см. рис. 4 и 5).

Конечное значение  $\rho_k$  (см. рис. 3) получим так:

$$\rho_k = \rho_0 + S_{\max}(\alpha). \quad (9)$$

До сих пор мы предполагаем, что толкатель упирается в кулачок одной неизменной точкой  $A$  (см. рис. 1, 3). На самом деле толкатель не такой остроконечный, а делается всегда в виде цилиндра (или сферы) определенного радиуса  $r$  и упирается в кулачок теоретически по образующей.

Из теории механизмов известно, что в таких случаях реальный профиль кулачка представляет собой огибающую семейства окружностей с радиусом  $r$  и с центрами, расположенными вдоль расчетной кривой  $S(\alpha)$  — линии центров. Реальный профиль можно построить либо графически, либо аналитически.

До сих пор мы говорили только об участке профиля кулачка, соответствующем рабочему углу скачкового механизма  $\alpha_p$ . Остальные элементы профиля кулачка таковы: участок  $cd$  (см. рис. 3) представляет собой дугу окружности с радиусом  $\rho_k$ ; на участке  $de$  происходит спад радиуса-вектора кулачка от значения  $\rho_k$  до значения  $\rho_k - q$ , где  $q$  — сравнительно малая величина, которую делать больше  $0,1 \div 0,15$  мм не следует; закон движения на этом участке существенного значения не имеет вследствие малости  $q$ , но тем не менее надо позаботиться о том, чтобы контур кулачка имел вид плавно изменяющейся кривой, без изломов; участок  $ef$  представляет собой дугу окружности с радиусом  $\rho_k - q$ ; участок  $fa$  может быть построен по тому же закону, что и рабочий участок с той лишь разницей, что вместо угла  $\alpha_p$  здесь надо брать угол  $\alpha_b$  и вместо  $S_{\max}$  ( $S_{\max} - q$ ); наконец, участок  $ab$  должен быть сделан в виде дуги окружности с радиусом  $\rho_0$ . Углы, соответствующие участкам  $ab$ ,  $cd$ ,  $de$  и  $ef$ , могут быть выбраны более или менее произвольно, по усмотрению конструктора, но можно рекомендовать ориентировочно их значения в пределах  $10 \div 30^\circ$ .

Рассмотрим теперь некоторые особенности конструктивной схемы механизма с качающимся рычагом, показанной на рис. 2.

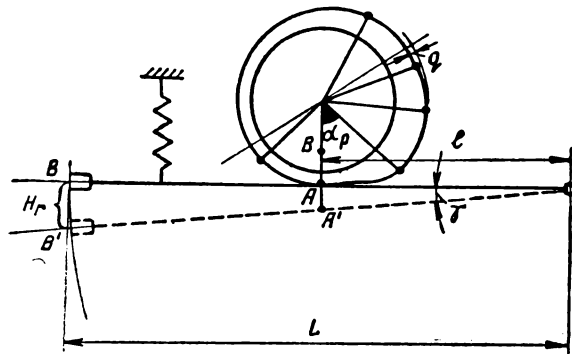


Рис. 7

Ее скелетная схема изображена на рис. 7.

Неизменная точка контакта ведущего кулачка с качающимся рычагом обозначена буквой A. При работе механизма эта точка совершает движение от A до A' по дуге окружности радиуса  $l$  (см. рис. 7).

Имея в виду, что в данной схеме движение зубьев грейфера при входе и выходе из перфорации перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис. 2), за один цикл работы механизма кинолента в фильмовом канале перемещается на величину хорды  $BB'$ , между тем как зубья совершают движение по дуге  $BB'$ . Это вызывает скольжение зубьев по кромке перфорации на величину  $h$  стрелы сегмента, которая обычно невелика, поскольку невелик угол поворота рычага  $\gamma$ .

Однако в целях предосторожности рекомендуется сделать проверочный расчет, определив величину  $h$  по формуле

$$h = L \left( 1 - \cos \frac{\gamma}{2} \right). \quad (10)$$

Для построения кулачка по изложенной выше методике необходимо знать  $S_{\max}$ .

Допуская небольшую погрешность (отражающуюся только на виде кинематической характеристики), считаем, что  $S_{\max}$  равен длине хорды  $AA'$  и что она располагается вдоль радиуса-вектора точки A. Длину хорды  $AA'$  можно определить так:

$$AA' = \frac{l}{L} H_r = S_{\max}. \quad (11)$$

Но механизм может быть построен так, что движение зубьев грейфера при входе и выходе из перфорации будет происходить в плоскости, параллельной плоскости чертежа, как это, например, задумано в схеме рис. 8. Здесь могут быть два случая:

1) фильмовый канал криволинейный (с радиусом кривизны  $L$ ) и 2) фильмовый канал прямолинейный.

В первом случае в формуле (11) под  $AA'$  надо разумеет длину дуги, а во втором случае — длину хорды.

Расчет шага грейфера надо выполнять точно, не допуская погрешностей, в противовес расчету профиля кулачка, где, как упомянуто выше, мы ради простоты согласились на некоторую неточность, несущественно влияющую на вид кинематической характеристики.

Рассмотрим схему рис. 8. Здесь качающийся рычаг слева снабжен лентопротяжными зубьями, а справа сделан в виде вилки, охватывающей неподвижный штифт, вокруг которого происходит поворот рычага при работе механизма. Наклонно установленная пружина осуществляет силовое замыкание с обоими кулачками механизма. Ввиду того, что вход и выход зубьев в перфорацию осуществляются движением всего рычага, последний скользит по кулачку, и точка контакта рычага с кулачками меняется. На это обстоятельство надо обратить внимание при построении профиля кулачка, чтобы он не имел вогнутых участков, наличие которых в некоторый момент времени приведет к касанию рычага одновременно в двух точках контура кулачка, что недопустимо.

Примером конструкции кулачка, где это условие соблюдается, является эквидистантный кулачок Вольфа, широко применяемый в рамочно-кулачковых грейферных механизмах.

При построении механизмов с силовым замыканием надо обратить внимание еще на одно важное обстоятельство: поскольку рассматриваемое устройство представляет собой колебательную систему, то возможно возникновение резонанса, если частота

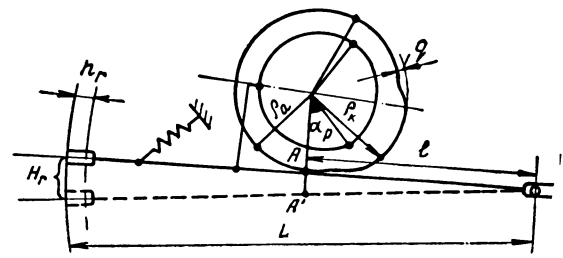


Рис. 8

внешнего воздействия  $f$  на колебательную систему окажется в окрестностях частоты свободных колебаний  $f_0$ . Кроме того, необходимо соблюсти условие:  $\dot{f} < f_0$  еще и потому, что в противном случае произойдет отрыв рамки (или рычага) от ведущего кулачка. Значит, надо выполнить проверочный расчет и убедиться в том, что частота свободных колебаний системы «рамка — пружина» заметно больше частоты воздействия кулачка на рамку (рычаг), что определяется числом его оборотов в секунду, т. е. в конечном итоге частотой кадров  $p$  при съемке или при проекции.

Сказанное можно записать так:

$$f_0 = n f, \quad (12)$$

где  $n$  — некоторый коэффициент больше единицы.

Чем больше коэффициент  $n$ , тем устойчивее будет работать механизм. Но, с другой стороны, большие значения  $n$  невыгодны, так как при этом возрастает жесткость пружины  $k$ , а, следовательно, возрастает сила контакта и силы трения между кулачком и толкателем.

Для лучшего уяснения сказанного в соотношении (12) подставим значение

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M+m}} \text{ и } f = p.$$

В результате простейших преобразований получим

$$k = (M + m)(2\pi n p)^2. \quad (13)$$

Мы видим, что зависимость  $k$  от  $n$  квадратичная. Поэтому следует избегать больших значений  $n$ .

Можно рекомендовать  $n=1,5 \div 2$ . Эти цифры, хотя и носят ориентировочный характер, взяты на основании определенных соображений, заключающихся в следующем: если рассмотреть резонансные кривые в [2], то можно заметить, что при  $n=1,5$  крутизна подъема еще не велика, а непосредственно за этой точкой резонансная кривая начинает круто подниматься вверх; при  $n=2$  кривая совсем пологая — оси абсцисс почти параллельны.

Теперь мы располагаем достаточными сведениями, чтобы выполнить расчет механизма.

Ограничимся кратким изложением хода расчета механизма рычажного типа (см. рис. 2).

Задаемся рабочим углом механизма —  $\alpha_p$ .

Сделав эскизный набросок, выбираем значения  $L$  и  $l$ .

Имея шаг грейфера  $H_r$ , определяем  $S_{\max}$  по формуле (11).

По значениям  $H_r$  и  $L$  определяем угол  $\gamma$ , а затем и путь скольжения  $h$  зуба по кромке перфорации, согласно формуле (10). Если  $h$  получится нежелательно большим, то следует выбрать большее  $L$ .

Выбрав закон изменения ускорения  $a(t)$ , двухкратным интегрированием получаем  $S(t)$ .

Используя пропорцию  $\frac{t}{t_k} = \frac{\alpha}{\alpha_p}$ , можно  $a$  и  $S$  записать как функции от  $\alpha$  и, следовательно, получить уравнение рабочего участка профиля в полярных координатах как соотношение (1).

Далее по соотношению (7), задавшись  $\theta_{\max}$ , определяем  $\rho_p$ , подставив значение  $\alpha = \alpha_{y0}$  (точка  $p$ , рис. 5), и следом за этим по формулам (8) и (9) вычисляем  $\rho_0$  и  $\rho_k$ .

Имея  $\rho_0$  и  $S(\alpha)$ , строим теоретический профиль кулачка (линию центров) в интервале  $0 \leq \alpha \leq \alpha_p$ . Затем, задавшись радиусом закругления толкателя  $r$ , строим действительный профиль кулачка.

Для определения усилий, развиваемых на толкателе вдоль радиуса-вектора  $\rho$ , надо, согласно уравнению (2), знать  $F_n$  и  $F_p$  (составляющими  $F_{\tau\phi}$  и  $F_\tau$  пренебрегаем). Силу  $F_n$  определяем согласно соотношению (3), где  $M$  и  $m$  — соответственно приведенные к точке  $A$  массы рычага и отрезка киноленты, находящегося в прерывистом движении. Величину  $M$  определяем так:  $M = \frac{I}{l^2}$ , если  $I$  — момент инерции рычага, который определяем, сделав его конструктивный набросок. Величину же  $m$  находим так:

$$m = m_k \left( \frac{L}{l} \right)^2,$$

где  $m_k$  — реальная масса киноленты. Силу  $F_p$  вычисляем согласно соотношению (6), задавшись тем или иным коэффициентом превышения  $b$  (например,  $b = 1,1$ ).

Далее, учитывая формулы (5) и (6) и задавшись предварительным натяжением пружины  $F_{p0}$ , можем вычислить жесткость пружины  $k$ . Зная жесткость  $k$  и  $F_{p0}$ , мо-

жем знать предварительный взвод пружины  $x_0$ , приведенный к точке А. Так,  $x_0 = \frac{F_{\text{по}}}{k}$ .

Полученное значение  $k$  — приведенное к точке А. Реальная жесткость пружины  $k_g = k \left( \frac{l}{c} \right)^2$ , где  $c$  — расстояние точки закрепления пружины к рычагу от оси его качания. Предполагаем, что сила, развиваемая реальной пружиной, почти перпендикулярна рычагу.

Пользуясь, наконец, соотношением (13), получим число  $n$ , которое должно быть не менее  $1,5 \div 2$ . В противном случае надо либо уменьшить  $M$  в пределах конструктивных возможностей, либо увеличить  $k$ .

В заключение надо заметить, что область применения такого механизма сравнительно ограничена. Дело в том, что для киноленты 35-мм формата (не говоря уже о 70-мм ленте) этот грейферный механизм, как показывают расчеты, неудобен из-за больших габаритов кулачков (разумеется, при сравнительно малых  $\alpha_p$ ) и больших значений  $k$ .

Но для 16-мм кинолент и особенно для 8-мм форматов такой механизм заслуживает всяческого внимания.

Расчеты показывают, например, что при  $\alpha_p = 30^\circ$  для 8-мм кинофильма габариты кулачка получаются равными около 19 мм при  $\frac{L}{l} = 2$ , жесткость пружины  $k = 0,55 \frac{\text{кг}}{\text{мм}}$ , максимальная сила, развиваемая на толкателе (вдоль  $\rho$ ), составляет около 2 кг, максимальное усилие транспортирования киноленты (вместе с силой трения в фильмовом канале) — около 80 г. Эти цифры позволяют думать, что если  $\frac{L}{l}$  сделать равным 3 (или даже 4), то рабочий угол можно сделать еще меньше, скажем, 20 или 15°. Тогда, возможно, удастся осуществить безобтураторную проекцию и световой поток, падающий в кадровое окно, использовать полностью. Опыт, поставленный под руководством автора на кафедре киноаппаратуры ЛИКИ, показал, что при  $\alpha_p = 30^\circ$  при проекции изображения 35-мм фильма «тяга» едва заметна, а при проекции надписей (белых на черном фоне) заметна отчетливо. Но при  $\alpha_p = 15^\circ - 20^\circ$  с 8-мм фильмом, воз-

можно, этот эффект уменьшится настолько, что для любительской проекции им можно будет пренебречь.

Правда, если сделать  $\alpha_p = 15^\circ$ , усилие транспортирования возрастет до значения порядка 300 г. Однако, имея в виду, что любительские фильмы прогоняются через проекционный аппарат ограниченное число раз, скажем, 80—100 раз, то такая нагрузка на перфорацию может оказаться вполне допустимой.

Кроме того, представляется реальным следующий путь разгрузки перфорации при прерывистом движении фильма.

Обычно отрицательное ускорение в течение второй половины времени движения  $t_d$  достигается торможением фильма в фильмовом канале, в результате чего передняя сторона зуба остается в контакте (в состоянии силового замыкания) с кромкой перфорации до конца рабочего цикла.

Если же уменьшить давление прижимного устройства фильмового канала настолько, чтобы фильм не мог самопроизвольно двигаться за счет веса или вибраций аппарата и был бы надлежащим образом спрямлен, то сила торможения окажется во много раз меньше. Тогда в период отрицательных ускорений фильм забежит вперед и упрется верхней кромкой перфорации в «затылок» зуба и отрицательное ускорение будет задаваться лентопротяжным зубом, а не трением в канале. Если выбрать кривую ускорения так, чтобы в конце периода  $t_d$  оно было достаточно большим, чтобы инерционная сила была больше силы торможения, то к концу рабочего цикла этот контакт сохранится и фильм будет фиксироваться в надлежащем положении задней стороной («затылком») зуба.

Так произойдет перераспределение нагрузки на обе кромки перфорации и усилие транспортирования окажется немногим более половины нагрузки при обычном способе транспортирования фильма, когда отрицательное ускорение достигается за счет торможения фильма в фильмовом канале.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелик-Степанян А. М., Проворнов С. М., Детали и механизмы киноаппаратуры, М., «Искусство», 1959.
2. Горелик Г. С., Колебания и волны, М.—Л., Гостехтеоретиздат, 1950.

Ленинградский институт  
киноинженеров



# МОЩНЫЕ КИНОПРОЕКЦИОННЫЕ КСЕНОНОВЫЕ ЛАМПЫ СВЕРХВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ РАЗБОРНОГО ТИПА

778.23

Рассматриваются конструктивные и технологические трудности в создании мощных газоразрядных ксеноновых ламп сверхвысокого давления, и указываются пути их преодоления.

Приведены краткие сведения об отечественных ксеноновых лампах мощностью 3 и 5 кВт с водяным охлаждением электродов типа ДКСР.

Электрический сильноточный разряд в ксеноне сверхвысокого давления (СВД) обладает большой экономичностью, высокой яркостью и хорошим спектральным составом излучения в оптической области (ультрафиолетовая, инфракрасная и видимая области).

Ксеноновые лампы в кварцевой шарообразной колбе нашли широкое применение в кинопроекционной технике для имитации солнечного излучения, а также в оптических печах нагрева.

Первые основательные исследования свойств разряда в Хе СВД были произведены в конце 30-х гг. [1] (Германия, Осрам). Однако до 50-х гг. лампы конструировались на небольшие мощности (до 500—1000 *вт*) и использовались преимущественно для исследовательских целей.

В связи с исследованиями космического пространства и потребностями в искусственных источниках, имитирующих солнечное излучение, вопрос разработки ксеноновых ламп получил дальнейшее развитие. Потребовались лампы больших мощностей: 3-, 5-, 10-, 20-квт и более.

В этом же направлении развивались потребности и кинопроекционной техники. В больших кинотеатрах для создания на экране полезного светового потока 7000, 15 000 и 35 000 *лм* необходимы Хе-лампы мощностью 3; 5; 10 и более *квт*.

В настоящее время наибольшее распространение Хе-лампы СВД получили кроме нашей страны в США, ФРГ и Японии.

Хе-лампы СВД постоянного тока по природе своей являются сильноточными, так как рабочее напряжение на них довольно низкое: от 20 до 50 *в*, в зависимости от мощности лампы, длины дуги и назначения. Поэтому величина тока для ламп мощностью 1; 3; 5 и 10 *квт* составляет соответственно 50; 100; 160 и 270 *а*.

Создание мощных ксеноновых ламп СВД связано с преодолением ряда конструктивных и технологических трудностей, которые определяют предельные значения параметров, и в первую очередь мощность ламп. К этим трудностям прежде всего относятся: 1) изготовление кварцевых колб большого размера; 2) изготовление массивных вольфрамовых анодов, способных рассеять выделяющуюся на них большую мощность (до 30% мощности лампы) и 3) изготовление вводов на большие токи.

Кварцевые колбы. Световые и электрические характеристики ксеноновых ламп СВД улучшаются по мере возрастания в них рабочего давления ксенона. С увеличением давления повышается экономичность и яркость ламп и уменьшается ток. Поэтому выгодно работать с максимально допустимым давлением ксенона в лампе. Механическая прочность колбы диаметром 50 *мм* с толщиной стенок 3 *мм* довольно высока и может выдержать внутреннее давление до 100 *атм*. Однако рабочее давление в таких лампах не превышает 25 ÷ 30 *атм*. Дело в том, что при работе лампы наружная поверхность колбы нагревается до 600°С, а внутренняя — значительно выше. Большой термический градиент в стенках колбы вызывает в них большие механические напряжения, сравнимые по величине с напряжениями, вызываемыми давлением ксенона. Если же учесть неравномерность толщины стенок, остаточные напряжения после изготовления колбы и другие дефекты стекла, то допустимый предел рабочего давления в лампе — 25 *атм* — не является заниженным, что соответствует начальному (холодному) давлению 10 *атм*.

Между мощностью ламп и размерами колб существует простое соотношение: на 1 *см*<sup>2</sup> поверхности колбы приходится 25 *вт* мощности лампы. Поэтому при увеличении

мощности лампы примерно во столько же раз необходимо увеличивать поверхность колбы. Трудности же при изготовлении колб и соответственно их стоимость возрастают быстрее, чем их размер.

Для лампы мощностью 1 кВт подходит колба диаметром 40 мм, для мощности 3 кВт требуется уже колба диаметром 55÷60 мм. Кварцевая колба диаметром 55÷60 мм — это как раз тот предел, который мы пока могли освоить в производстве. Некоторые иностранные фирмы освоили высококачественное изготовление кварцевых колб диаметром 100—120 мм, что соответствует мощности лампы 10 кВт.

Анод 25 ÷ 30% мощности лампы выделяется на аноде в виде тепла. Чтобы рассеять столь большую мощность, приходится делать аноды больших размеров; их изготавливают из самого тугоплавкого и термостойкого металла — вольфрама в виде сплошного штабика диаметром до 40 мм. Вес, например, анода для 10-кВт лампы превышает 1 кг. Такой вес анода понижает механическую прочность лампы (ввода). Кроме того, изготовление деталей из вольфрама размером 40 мм представляет значительные трудности. Увеличение мощности лампы до 10 кВт и выше делает лампу громоздкой, неудобной в эксплуатации и дорогостоящей. Длина такой лампы достигает 700 мм.

Вводы. Наиболее сложной частью лампы в конструктивном и технологическом отношении является ввод. Трудности изготовления вводов в ксеноновых лампах СВД на большие токи связаны с тем, что в кварцевое стекло ни один из известных металлов непосредственно не впаивается. Для создания герметичных вводов применяются два способа: 1) применение молибденовой фольги, впаиваемой непосредственно в кварцевое стекло. Допускаемая при этом токовая нагрузка на фольгу составляет примерно 3 а на 1 мм ее ширины; 2) применение переходных стекол между кварцевым и обычным тугоплавким, в которое вольфрам (или приваренный к нему ковар) впаивается свободно.

Оба типа вводов имеют ряд существенных недостатков; главные из них:

1) невозможность устройства водяного охлаждения электродов, особенно анода. Необходимость применения громоздких анодов;

2) понижение механической и термической прочности лампы в целом. Вводы являются наиболее слабым местом лампы;

3) большая сложность и дороговизна в изготовлении. Малая их надежность.

Чтобы внести прогрессивный вклад в конструирование ксеноновых ламп СВД, необходимо было коренным образом улучшить вводы. Нами был разработан ввод, рассчитанный практически на любую величину тока и допускающий возможность водяного охлаждения электродов внутри лампы.

Идея ввода и принцип его устройства видны на рис. 1. Фланец 1 кварцевой ножки 2 сжимается между корпусом 3 ввода и прижимной гайкой 4 через уплотняющие свинцовые (или аналогичные) прокладки 5. Полукольца 6 играют вспомогательную роль. Так как при такой конструкции ввода кварц работает только на сжатие и никаких других деформаций (растяжение, излом и пр.) при этом не возникает (а на сжатие кварц выдерживает давления до  $16\,000\text{ кг/см}^2$ ), то в пластичных уплотняющих прокладках 5 можно создать любые усилия, необходимые для герметизации. Свинец прокладок 5 растекается и заполняет микропоры соприкасающихся поверхностей. Так как ввод механически находится в напряженном состоянии, то этим обеспечивается герметичность соединения металл — кварц как при вакууме в лампе, так и при любом в ней давлении.

Пластичные прокладки 5 компенсируют неточность изготовления деталей ввода в смысле несоосности, непараллельности прижимных поверхностей, их перпендикулярности осям деталей и возможных перекосов при сборке, в общем, обеспечивают

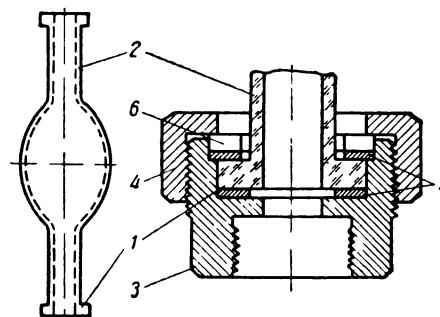


Рис. 1. Принципиальная конструкция герметичного соединения металл-кварц

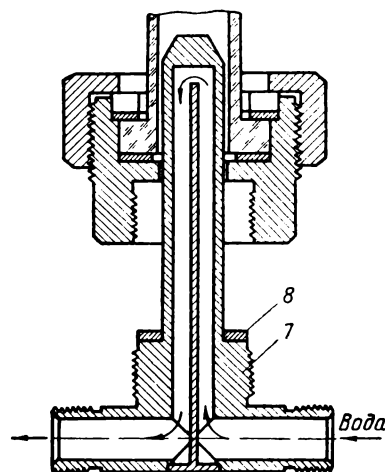


Рис. 2. Конструкция разборного ввода практически на неограниченную величину тока с водяным охлаждением электрода

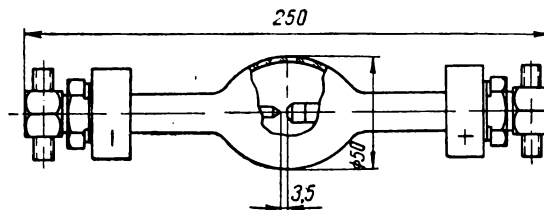


Рис. 3. Лампа ДКСР с вводами, изображенными на рис. 2

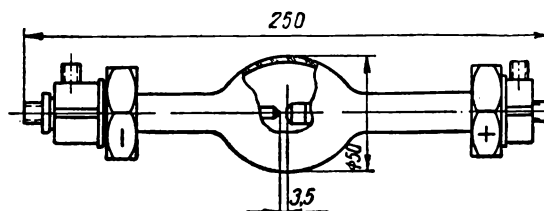


Рис. 4. Лампа ДКСР с другим оформлением вводов

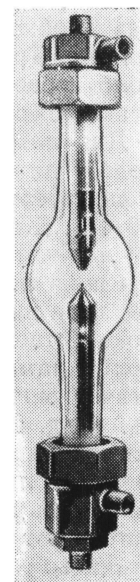


Рис. 5. Лампа ДКСР-5000 (изображенная на рис. 4)

в кварце возникновение только сжимающих усилий.

После сборки собственно ввода осуществить герметичность между корпусом 3 и электродом 7 (рис. 2) путем ввинчивания его с уплотняющей прокладкой 8 труда не представляет.

Конструктивное оформление деталей ввода и лампы может быть различным: оно определяется в основном назначением лампы и условиями ее эксплуатации. На рис. 3 и 4 показаны два способа оформления вводов. На рис. 5 изображена лампа ДКСР-5000.

Разработка разборного ввода повлекла за собой изменение конструкции лампы, а вместе с тем и улучшение ее основных характеристик. Впервые стало возможным применение принудительного водяного охлаждения электродов внутри ксеноновых ламп СВД, что позволило значительно сократить размеры электродов, подвести к лампе любую мощность, уменьшить тепловую нагрузку на колбу. Если в обычной ксеноновой лампе (ДКСШ) мощностью 5 кВт примерно 2,5 кВт выходят из лампы в виде излучения дуги, то оставшиеся 2,5 кВт так или иначе идут на нагревание колбы. В лампах же разборного типа (ДКСР) той

же мощности водяное охлаждение электродов уносит примерно 1,7 кВт мощности, т. е. тепловая нагрузка на колбу уменьшается в  $2,5 : (2,5 - 1,7) \approx 3$  раза, что и подтверждается на практике. Из этого следует, что в лампах ДКСР можно в  $2,5 \div 3$  раза повысить мощность по сравнению с лампами ДКСШ или соответственно уменьшить размеры колбы. Например, лампа ДКСР-5000 имеет диаметр колбы 50 мм при общей длине лампы 250 мм, тогда как лампы аналогичного назначения и той же мощности иностранных фирм (США, ФРГ, Япония) имеют соответственно диаметр колбы 80 мм и длину 500 мм [2].

Конструкция лампы ДКСР открыла широкие возможности для разработки ксеноновых ламп СВД мощностью свыше 25 кВт (1 250 000 лм).

По техническому заданию НИКФИ нами были разработаны лампы ДКСР мощностью 3 и 5 кВт для кинопроекции. Светотехнические и электрические параметры ламп и их габариты приведены в таблице.

Так как яркость сильно меняется как вдоль, так и поперек дуги, то измерение яркости в одной точке мало что дает. Величина эта не может характеризовать и относительные качества лампы. Нельзя делать

## Характеристики ламп ДКСР мощностью 3 и 5 квт

Тип лампы	Мощность, квт	Ток, а	Напряжение, в	Длина дуги, мм	Световой поток, клм	Световая отдача, лм/вт	Сила света <sup>1</sup> , св	Яркость в центре дуги, Мнт	Длина лампы, мм	Диаметр колбы, мм
ДКСР-3000	3	125	24	3,5	105	35	13 000	1000	250	50
ДКСР-5000	5	160	31	3,5	200	40	23 000	2000	250	50
ДКСР-5000-1	5	150	33,5	5,5	205	41	24 000	1200	250	50

<sup>1</sup> Сила света измерялась в плоскости, проходящей через центр лампы и перпендикулярной ее оси.

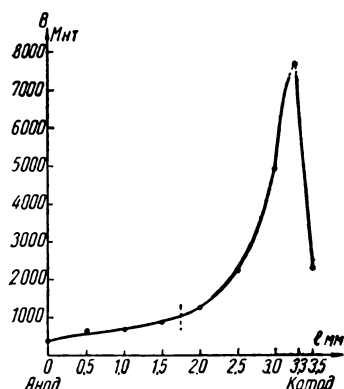


Рис. 6. Распределение яркости вдоль оси разряда лампы ДКСР-3000 от анода к катоду

и какие-либо расчеты по яркости в одной точке. Поэтому на рис. 6 приведено распределение яркости вдоль и на рис. 7 — поперек оси разряда.

Для данного размера колбы и заданного межэлектродного расстояния (длина дуги) электрический режим лампы всецело зависит от давления ксенона в ней. Электрический же режим определяет светотехнические характеристики дуги. Поэтому однозначным показателем качества лампы является электрический режим в сочетании со световым потоком. И то и другое легко контролируется. В технических условиях на лампы следует нормировать указанные здесь величины.

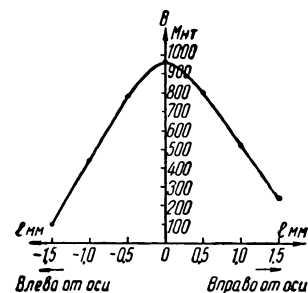


Рис. 7. Распределение яркости поперек оси разряда в центре дуги (пунктир на рис. 6)

Распределение яркости в дуге Хе-ламп СВД для кинопроекционных целей не вполне выгодное. Как известно, форма светящегося тела имеет вид усеченного конуса вершиной вниз и с максимальной яркостью внизу. Распределение яркости по дуге частично можно изменить путем уменьшения рабочего давления и изменением формы электродов. Правда, изменения эти повлекут за собой некоторое ухудшение других характеристик ламп (экономичности и стабильности).

Спектр излучения сильнооточного разряда в ксеноне СВД мало зависит от режима работы лампы. Поэтому в качестве первого приближения для характеристики спектрального излучения ламп ДКСР мощностью 3 и 5 квт можно пользоваться кривой рис. 8.

Энергии излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра относятся между собой примерно как 0,25 : 1 : 1,6.

Нормальная работа лампы ДКСР требует расхода воды для охлаждения электродов 4 л/мин и обдува колбы воздухом.

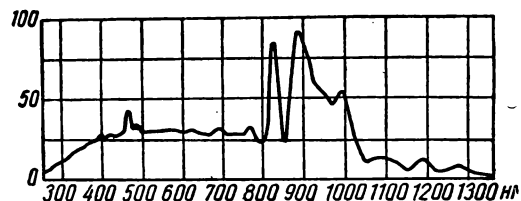


Рис. 8. Относительное распределение энергии по спектру лампы ДКСР-5000

При работе с лампами ДКсР необходимо соблюдать некоторые меры предосторожности, указанные в инструкции по эксплуатации. В частности, защитный футляр снимать только после установки лампы в аппаратуру; обслуживающий персонал должен быть защищен от мощного ультрафиолетового излучения лампы.

В заключение следует сказать, что, поскольку лампы ДКсР разборной конструкции, в них можно точнее выдерживать межэлектродное расстояние и высоту светового центра ( $\pm 0,5$  мм), что важно для точной установки их в оптических системах. Упрощается смена ламп. С производственной точки зрения при изготовлении ламп ДКсР можно достичь высокой степени механизации. Лампы ДКсР надежнее ламп ДКсШ. И, наконец, их можно регенерировать.

Разработанная для кинопроекционных целей разборная конструкция Хе-лампы СВД (ДКсР) является базовой, т. е. эта конструкция в целом, некоторые узлы и де-

тали и особенно технология изготовления пригодны для создания целой серии ламп мощностью от 1 до 30 кВт с самыми различными характеристиками и параметрами.

Внедрение в кинопроекционную технику первых типов ламп ДКсР мощностью 3 и 5 кВт позволит накопить достаточный материал для дальнейших рекомендаций по уточнению требуемых характеристик ламп, конструктивному их оформлению и эксплуатационной надежности.

В измерениях принимали участие сотрудники НИКФИ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шульц П., Электрический разряд в инертных газах при высоком давлении, *Annalen der Physik*, 1947, 6. Folge, B. 1, H. 1—3, 95—106; *Annalen der Physik*, 1947, 6. Folge, B. 1, H. 1—3, 107—118.
2. Туре В., Штраус Г., An ASME Publication (Публикация Американского общества инженеров-механиков), статья № 62-WA-215, 1964.

Московский электроламповый завод



# НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ МУЗЫКИ

778.534.46

Излагаются основные эстетические и технологические задачи, возникающие перед звукооператором при многоканально-стереофонической записи оркестра. Рассматривается вариант принципиальной схемы расположения инструменталистов, расстановки микрофонов и их поканальной коммутации на входы микшерского пульта первичной записи.

Современная стереозвукотехника кино позволяет получить почти идеальную копию звукового события, например симфонического концерта. Однако подобная возможность представляет практический интерес лишь в тех редких случаях, когда сам оркестр «действует» на экране. Для значительно более частых случаев музыки, не обусловленной непосредственно зрительной стороной фильма, формальное применение стереофонии оказывается непригодным.

Звукооператор стереофонического (и особенно игрового) фильма сталкивается с парадоксальным явлением, над которым прежде никто не задумывался. Сегодня мы понимаем, что одноканальный фильм обычного формата из-за присущей ему ограниченности звучания обладает той априорной мерой условности, которая исключает ассоциирование слушателем звучащей с экрана музыки с ее пространственным звучанием, например концертным или оперно-театральным... А двух- или трехканальная фонограмма (например, широкоэкранный фильм) неопровержимо свидетельствует, что скрипачи играют, скажем, в левой передней части некоего интерьера, а тромбонысты — в его дальнем правом углу. Если подобная пространственная привязка инструментальных голосов не обусловлена тем, что изображается на экране, музыка начинает конфликтовать с изображением, мешать зрителю.

С другой стороны, стереофония обладает весьма заманчивыми возможностями. Оставляя сейчас в стороне столь существенные факторы, как значительное расширение динамического и частотного диапазонов, остановимся только на понятии пространственности.

Если в одноканальном методе искусство звукового мизансценирования фактически сводится лишь к глубинному манипулированию со звучащим материалом, то стереофония расширяет эти возможности за счет введения признаков левой и правой ориен-

тации. Стереофония, таким образом, предлагает нам доселе неизвестный творческий фактор — третье измерение: композитор может теперь назначать не только что, когда и как должно звучать, но еще и откуда — и не только в статике, но и в любых пространственных перемещениях.

Стереофоническая запись музыки исключает индифферентную позицию звукооператора; как бы ни стремился звукооператор к незаметности, он не может не решить элементарных вопросов — например, распределения компонентов оркестрового звучания по имеющимся каналам воспроизведения. Какое бы решение он ни принял, оно будет отчетливо воспринято слушателем, поскольку окажет решающее воздействие на акустический ракурс произведения, на логику голосоведения, на динамический и тембральный баланс и другие частности. В сумме своей и в сочетании с изобразительным рядом они и создадут индивидуальную манеру звукооператора.

В одноканальном методе теоретически возможны и практически используются бесчисленные варианты как расстановки микрофонов, так и выбора их количества (от одного до двадцати!); встречаются самые разнообразные решения, отличающиеся друг от друга лишь по критериям субъективно-вкусовой оценки. В стереофоническом случае вариантов и схем распределения звукового материала в принципе может быть еще больше, однако выбор правильных решений строго ограничен: тут более ошутима грань между допустимыми, художественными решениями и решениями беспринципными, обнаруживающими безграмотность не только музыкальную и звукотехническую, но и кинематографическую.

Все это налагает на звукооператора ответственность и заботы совершенно особого рода. Сравнительно небольшая популярность стереофонии среди звукооператоров кино объясняется частично нежеланием вваливать на свои плечи изрядную долю

ответственности за идейно-художественную сторону постановки стереофонического фильма, сценарий которого, как правило, весьма далек от каких-либо «стереофонических» идей или хотя бы драматургических замыслов, и режиссура которого нередко осуществляется без должного понимания выразительных средств и возможностей новых видов кинематографа.

Какими же принципами должен или может руководствоваться звукооператор, например, широкоформатного игрового фильма, приступая к разработке собственной методики стереозаписи музыки?

Изучая небольшой еще практический опыт мирового и отечественного кино в этой области, анализируя разрозненные высказывания в специальной литературе, отголоски горячих, но не всегда достаточно глубоких дискуссий, можно сформулировать четыре концепции, любопытные уже тем, что они — взаимоисключающие. Первые две необходимо назвать, но нет нужды анализировать ввиду их негативности. Две вторые представляют известный практический интерес, и мы на них остановимся подробнее.

Первая негативная концепция исходит из убеждения, что сегодняшний кинозритель никакой стереофонии не замечает. В подтексте этой констатации звучат горькие упреки и авторам фильма, не умеющим пользоваться богатствами стереофонии, и невысокому качеству звуковоспроизведения (даже в столичных кинотеатрах), и самому зрителю, не обладающему еще должной культурой восприятия стереофонии. Известно, далее, что одновременно с выпуском каждого широкоформатного фильма изготавливаются широкоэкранный стереофонический и монофонический, а также обычный и узкоплечный варианты. 70-мм и панорамный варианты фильма с 6- и 9-канальными фонограммами в количественном отношении составляют сейчас весьма скромную долю тиража: истинно массовыми (не только по количеству фильмокопий, но и по фактическому числу зрителей) пока еще являются варианты с одноканальной фонограммой. Из этих соображений данная концепция и отрицает целесообразность (на нынешнем этапе развития мировой киносети) каких бы то ни было специально стереофонических усилий драматурга, режиссера и, следовательно, звукооператора.

Вторая концепция базируется на умопостигаемом требовании, чтобы стереозапись оркестра звучала с экрана так, как звучал бы за (или перед) экраном реальный оркестр. Ввиду эстетической ошибочности данного условия можно было бы и не упоминать о нем, если бы в нем не содержалось косвенное, но весьма существенное требование: при любых стереофонических новациях соблюдать определенные, во всем мире бытующие нормы и традиции музыкального исполнительства (межгрупповой баланс и т. п.).

Третья точка зрения, принадлежащая скорее практикам, нежели теоретикам, сводится к следующему требованию: закадровая оркестровая музыка должна звучать так, чтобы с любого места в кинотеатре она слушалась примерно одинаково. Иными словами, звучание всех заэкраных каналов в идеале должно быть... идентичным, в противном случае в современных больших кинотеатрах неизбежно различное по звуковой перспективе и даже искаженное звучание музыки для зрителей, занимающих ближние к экрану и боковые места. Это требование выглядит отрицанием стереофонии, но и здесь необходимо выделить верную мысль: стереофония хороша лишь при том непременном условии, если она (пусть даже для небольшой части аудитории) не явится шагом назад по сравнению с монофонией, обеспечивающей всем зрителям одинаковые условия слушания музыки фильма.

Наконец, четвертая концепция, известная специалистам по дискуссионным выступлениям наших и зарубежных авторов, но не прошедшая еще достаточной практической или хотя бы экспериментальной проверки в кино, сводится к гипотезе, что наибольший эффект участия должен возникнуть, если «погрузить» слушателя в звучащую среду — в зону оптимального звучания оркестра в концертном зале. Этого можно достичь, например, если (одновременно с соответствующей записью оркестра на пять заэкраных каналов) записать на четыре отдельных канала окружения отраженные звучания, присущие помещению, в котором ведется запись. Воспроизведение подобной фонограммы должно, очевидно, прибавить к иллюзии «натурального» оркестра еще и иллюзию натурального концертного зала или иных конкретных акустических условий. Необходимо указать на техническую уло-

пичность этой идеи; она исходит из предпосылки, что зал, в котором воспроизводится фонограмма, лишен собственной активной акустики. Но таких помещений в действительности не существует, так что прослушивание какой бы то ни было фонограммы без акустических (реверберационных или, напротив, поглощающих) наслоений и потерь, присущих в большей или меньшей степени каждому кинотеатру, практически исключается.

К этому вопросу тесно примыкают и специальные проблемы применения искусственной реверберации в стереофонии, однако их рассмотрение не входит сейчас в нашу задачу. Беглое изложение наиболее распространенных взглядов на стереозапись оркестра преследует лишь одну цель: подчеркнуть их взаимную противоречивость и ощутимую абстрактность; очевидно, что для практических нужд кинематографа подобных предпосылок недостаточно.

Дело в том, что современный фильм (если не считать увертюры или финала, изредка еще сопровождающих вступительные или соответственно заключительные титры) содержит музыку, как правило, не сопоставимую с музыкой концертного зала или оперного театра. Фильм оперирует специфическими для киноискусства звуковыми композициями, в которых доминирующая смысловая нагрузка возложена на диалог, на шумы или на то и другое вместе, а вовсе не на музыку. Разумеется, встречаются отдельные эпизоды, функциональное значение музыки в которых доминирует, но и они должны подчиняться особенностям звукозрительного образа строя данного конкретного фильма. Таким образом, основная проблема, стоящая перед звукооператором широкоформатного фильма, заключается в выборе оптимальных практических приемов синтеза достаточно разнородных, разнохарактерных и разноплановых звуковых компонентов, и в их числе музыки.

Рассмотрим элементарный пример.

Одна из наиболее бросающихся в глаза стереофонии — локализация звучания. Представим себе, что на некоторое время экран погас: действие перешло в полную темноту (ночь, туннель). Зритель воспринимает подобный эпизод в прямой зависимости от качества его звучания. Если диалог записан с хорошо примененной стереофонией, зритель-слушатель не только легко следит за

логикой словесного действия, но и безошибочно слышит перемещения действующих лиц в любых направлениях.

Теперь предположим, что авторы фильма решили ввести в этот эпизод и музыку. В монофоническом случае не возникло бы новой проблемы, в стереофоническом она возникает: откуда или куда должна двигаться музыка, а если предполагается ее пребывание в статике, то где и почему именно там, а не в другом месте (экрана), должны звучать ее компоненты? Как совместить закономерную локализацию элементов диалога и шумов с любой (заведомо условной) локализацией музыкальных звучаний, не имеющих, по сути, права ни на какую пространственную привязку?

Подобные конфликты между естественной стереофонией диалога и шумов, с одной стороны, а с другой, — условной стереофонией закадровой музыки возникают не только в темноте, но и при самом яркоосвещенном экранном действии. И чем оно реалистичнее, тем противоестественнее «выглядит» в нем музыка, записанная по законам реального оркестра, ибо жизнь оркестра и жизнь, отражаемая сейчас на экране, ничего общего между собой не имеют.

Учитывая все перечисленные и многие неупомянутые факторы и понимая недопустимость в данном случае каких бы то ни было рецептов и нормативных предписаний, возможно и полезно выделить и проанализировать некоторые общие условия, с которыми звукооператору приходится считаться независимо от жанра, стиля, количества музыки в фильме, ее функционального значения, инструментального состава и т. д.

Любая схема, разработанная или заимствованная звукооператором для стереозвукозаписи оркестра, должна, по-видимому, удовлетворять определенному минимуму требований.

1. Оркестру в целом, каждой инструментальной группе, солистам и дирижеру должна быть обеспечена возможность свободного, не стесняемого внешними факторами, уверенного музицирования. Недопустимо, в частности, ставить музыкантов в слишком непривычные обстоятельства, стесняющие их в психофизическом или акустическом отношении.

2. При определении численного состава исполнителей, в частности состава смычкового квинтета, необходимо учитывать клас-

сические пропорции, определяющие звуковой баланс, чтобы не нарушить присущей композитору манеры письма как в голосоведении и гармонизации, так и в тембрально-красочном отношении.

3. Рассадка оркестрантов, расстановка микрофонов и порядок или принцип их коммутации на входы пульта должны обеспечивать звукооператору свободное манипулирование звучащим материалом: с одной стороны, произвольное пространственное перемещение солирующих и аккомпанирующих элементов, с другой — получение в пространственном отношении диффузно-обобщенного звучания, причем не только оркестрового, но и отдельной инструментальной группы, подгруппы и даже солирующего инструмента.

4. Схема коммутации микрофонов на входы пульта и выбор системы первичной записи (стандарта расположения дорожек на звуконосителе) должны обеспечить широкие возможности свободы варьирования, перемещения, совмещения, сдвигания и т. д. отдельных каналов в процессе перезаписи. Это требование касается не только основной (6-канальной) перезаписи, но и всех производных: 9- и 4-канального и одноканального вариантов.

5. Выбор микрофонов (по типу ориентации, характеристике отношения чувствительности фронт/тыл, а также по спаду чувствительности в зависимости от расстояния) и их распределение должны обеспечить возможность «укрупнения» любого оркестрового голоса (именно укрупнения, а не усиления).

6. Схема должна обеспечивать соблюдение определенных традиций оркестрового музицирования и дирижирования. Так, например, квартет валторн всегда располагается в таком порядке, что раструб концертмейстерской (первой) валторны обращен в сторону второй, раструб второй — в сторону третьей и т. д. Аккорд, исполняемый этим квартетом, звукооператор может записать в любом ракурсе: установив микрофон близ четвертой, басовой валторны, он получит его в звучании «снизу вверх», а если поместить микрофон у первой, дискантовой, — «сверху вниз». Сообразно композиторскому замыслу (партитуре) и иным частным аргументам, звукооператор вправе выбирать любое направление отслушивания, но он не может пересаживать валторнистов

в каком-либо ином порядке: это вызовет у музыкантов неуверенность, которая может повлечь за собой неточность интонирования и динамического баланса.

Комплекс перечисленных выше проблем встал перед автором этих заметок в конце 1958 г., когда в содружестве с И. М. Урванцевым ему довелось работать над экспериментальным широкоформатным роликом. Нами была предложена принципиальная схема дислокации музыкантов, расстановки микрофонов и их коммутации на входы микшерского пульта, показанная на рис. 1. Через два года те же звукооператоры работали над первым советским художественным широкоформатным фильмом «Повесть пламенных лет». Наконец, в 1964 г. нам с В. П. Беляровым поручили функции звукооператоров в постановке двухсерийного широкоформатного фильма «Мы, русский народ».

В этих трех работах применялась с незначительными отклонениями одна и та же принципиальная схема дислокации оркестра и микрофонов. Все три фильма отличаются сравнительно большим количеством и функциональным значением от-авторской музыки, причем весьма разнородной по исполнительским силам — от насыщенных оркестровых тутти (в последнем фильме еще и со смешанными хорами) до камерно-инструментальных и сольно-инструментальных эпизодов.

Не касаясь качественной стороны звукооператорской работы и, в частности, художественной или даже только технической оценки звучания музыки в названных фильмах, мы считаем вполне допустимым говорить об известных технологических и творческих преимуществах схемы, о тех чисто профессиональных удобствах, которые она предлагает музыкантам и звукооператорам.

При первом взгляде на принципиальную схему (см. рис. 1) бросается в глаза необычность дислокации струнно-смычкового квинтета: в отличие от традиции (не только концертно-исполнительской, но и сложившейся на студиях кино, радио, телевидения и грамзаписи) его подгруппы расположены, во-первых, не параллельно, а перпендикулярно фронту оркестра; во-вторых, в связи с этим немного изменена и последовательность (или соседство) подгрупп квинтета. Напомним, что сама по себе пересадка квинтета в вертикальный порядок не так

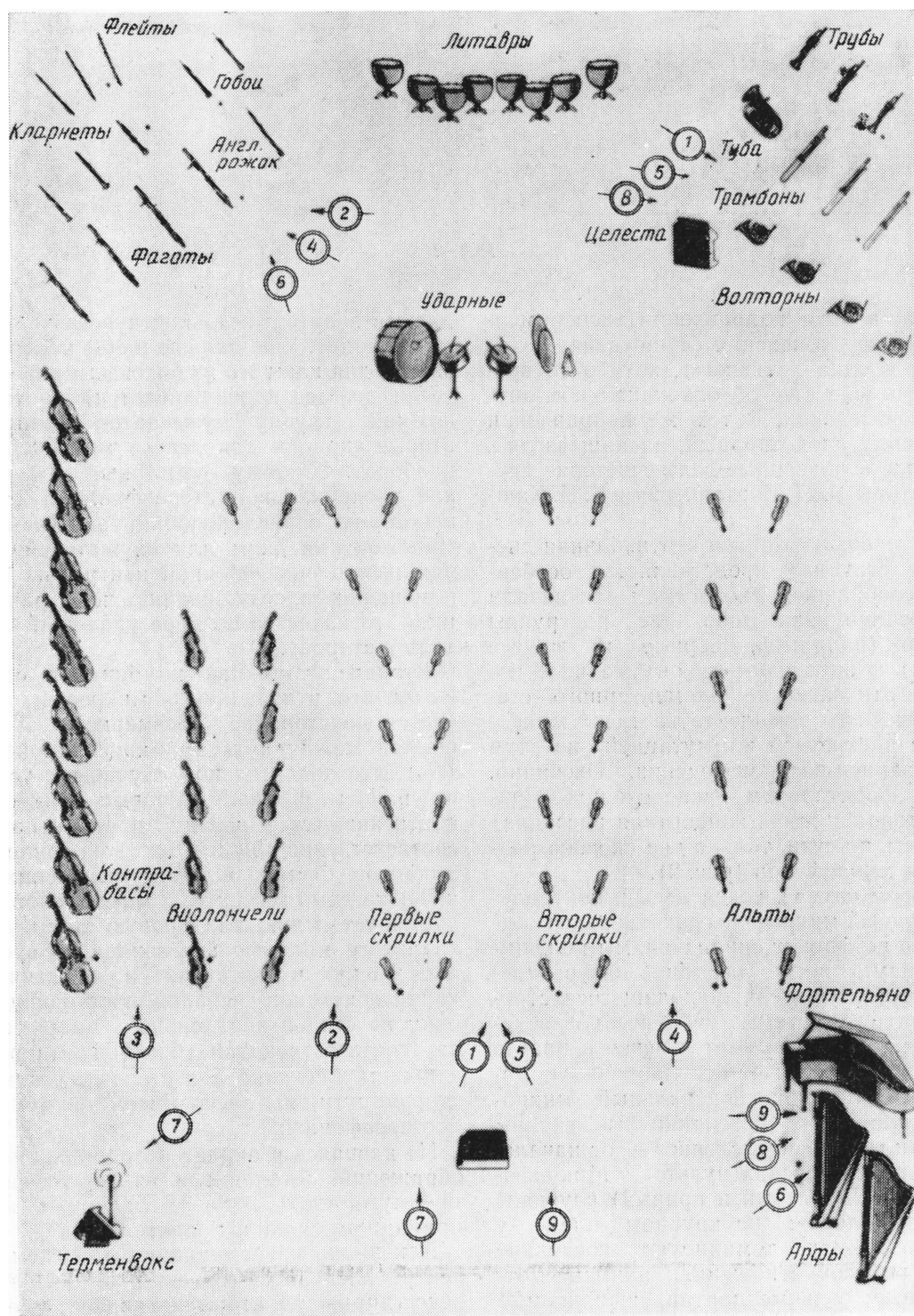


Рис. 1



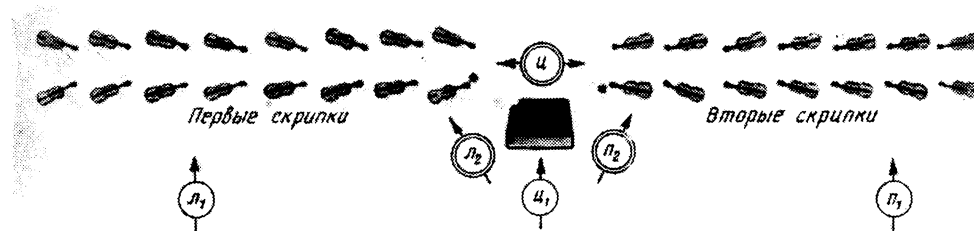


Рис. 2

уж нова: в этом направлении экспериментировал еще Стоковский («Фантазия», «Сто мужчин и одна девушка»), хотя в те времена речь шла еще об одноканальном звуковоспроизведении. В том же направлении вели весьма плодотворный, на наш взгляд, поиск еще в довоенные годы советские звукооператоры В. И. Богданкевич и Е. Н. Кашкевич.

Для стереозвукозаписи вертикальная дислокация струнных представляется особенно целесообразной. Рассмотрим для начала изолированно какие-либо две подгруппы струнных (например, первые и вторые скрипки) и определим их оптимальное положение относительно элементарного стереофонического комплекта из трех микрофонов с дискретной коммутацией на три канала записи-воспроизведения. Очевидно, что при фронтальном расположении скрипачей (традиционная концертная рассадка) возможны, по сути, только два способа размещения микрофонов (рис. 2).

В первом случае, когда левый, центральный и правый микрофоны расположены симметрично по фронту скрипачей, мы получим в фонограмме некое подобие натуры, но только для слушателя, находящегося строго по центру системы звуковоспроизведения. Для тех, кто окажется левее и правее центра, звучание будет неполноценным. Дело в том, что только центральный микрофон отслушивает обе скрипичные группы более или менее «осмысленно» — от начала, от концертмейстерских пультов. Микрофоны же  $Л_1$  и  $П_1$  (левый и правый) слушают «антимузыкально»: на крупном плане у каждого из них доминируют последние пульты, во всех отношениях наименее ответственные; сольные партии, исполняемые концертмейстерами, оказываются где-то сбоку, вдали, так что и в тембральном отношении слышатся невыгодно, ибо не попа-

дают в зону оптимальной чувствительности микрофонов. Еще дальше и еще искаженнее звучит для каждого из боковых микрофонов (если вообще прослушивается) противоположная группа музыкантов — например, вторые скрипки для левого микрофона, и наоборот. Поэтому суммарный эффект такой трехканальной стереофонии состоит в некотором «правдоподобии» звуковой картины, оптимальном для слушателей, находящихся в определенной центральной зоне помещения прослушивания, но утрачивающем это качество по мере удаления слушателя в сторону.

Вторая возможная комбинация состоит в том, что центральный микрофон включается двусторонне (восьмеркой) и помещается между пультами концертмейстеров ( $П_2$ ), что значительно улучшает условия его работы, а левый и правый микрофоны подтягиваются к центру и ориентируются соответственно каждый на свою группу музыкантов. Однако в таком положении ( $Л_2$  и  $П_2$ ) каждый из боковых микрофонов лишь дублирует левую или правую сторону центрального микрофона. Разница во времени поступления в частотной и акустической характеристиках сигналов, поступающих на одну из сторон центрального микрофона и на соответствующий боковой микрофон, слишком ничтожна для стереоэффекта, так что, по сути, мы здесь имеем дело с псевдостереофонией.

Не вдаваясь в анализ второстепенных соображений, остановимся на тех очевидных преимуществах, которые отличают новый принцип рассадки исполнителей.

Как видно из принципиальной схемы, в центре располагаются скрипки: первые — левее дирижера, вторые — правее; еще правее, рядом со вторыми скрипками, — алты; левее первых скрипок — виолончели, а еще левее — контрабасы.

Все пульта каждой подгруппы территориально соседствуют с «корреспондирующими» пультами групп, расположенных по правую и левую руку (концертная рассадка предоставляет подобный контакт лишь концертмейстерским пультам, остальные же пульта его лишены).

Данное преимущество нашло практическое подтверждение в положительных отзывах исполнительского коллектива и в очевидном для всех участников записей высоком качестве музицирования.

Прежде чем рассматривать схему расстановки микрофонов, отметим, что расположение деревянных духовых с левой стороны за квинтетом, а медных — с правой, равно как расположение внутри этих групп инструменталистов относительно друг друга, выбрано не по принципиальным, а по индивидуально-вкусовым соображениям. То же можно сказать о расположении ударных инструментов и о вынесении солирующих (рояль, арфы, вибфон, электроинструменты и т. п.) вперед, за пределы оркестрового массива: тут нами руководили сугубо утилитарные, технологические мотивы. Вполне возможны любые иные варианты.

В предлагаемой перпендикулярной схеме возможны, очевидно, несколько вариантов расстановки микрофонов, при которых каждым из микрофонов можно одинаково полноценно (и, если необходимо, крупнопланово) отслушивать две подгруппы. Так, центральный микрофон можно расположить перед концертмейстером любой из пяти подгрупп, но можно с равным успехом поместить его на стыке (в интервале между двумя соседствующими подгруппами). Хочется подчеркнуть, что в любом случае отслушивание происходит начиная от концертмейстера, и что далее, в зону оптимальной чувствительности микрофона попадают все инструменты данной подгруппы (или данных двух). Поскольку, далее, инструментальные подгруппы расположены не перпендикулярно осевой линии микрофона, а параллельно ей, можно ожидать, что, помимо основного объекта, работающего на данный микрофон, все остальные (второ- и третьеплановые) объекты будут прослушиваться значительно более правильно, чем при любой иной (например, концертной) рассадке музыкантов.

Если мысленно представить себе, что каждый из трех микрофонов трехканально-

го комплекта может быть установлен в достаточно большом количестве точек и что каждый из них в любом случае окажется воспринимающим вполне правильную музыкальную информацию, то, даже не прибегая к изменению порядка коммутации, мы получим чрезвычайно большое количество «стереофонических вариантов», существенно отличающихся друг от друга, но, по сути, одинаково полноценных. Количество вариантов намного увеличится при изменении коммутации: например, при перекрестном включении левого микрофона на 3-й канал, а правого — на 1-й и т. д. Характерно, что любая из таких комбинаций будет истинно стереофонической (из-за разности во времени поступления, акустической и тембральной характеристик сигнала, воспринимаемого тремя микрофонами), но в то же время ни одна из комбинаций не чревата опасностью «натуралистической стереофонии», ибо ничего похожего в концертно-исполнительской или иной музыкальной безмикрофонной практике в мире не встречается.

Распространяя эти рассуждения на пять заэкраных каналов широкоформатного стереофонического случая, можно говорить о практически безграничных дислокационных и коммутационных возможностях, предоставляемых перпендикулярной схемой. Наглядности ради остановимся на варианте, избранном нами в действительности.

Какова же звуковая картина квинтета при расстановке и коммутации микрофонов в том порядке, какой показан (цифрами, означающими порядковый номер канала, в кружочке со стрелкой, означающем микрофон и его направленность) на принципиальной схеме?

В центре экрана (по 3-му каналу воспроизведения) звучат басы — виолончели и контрабасы. Как известно, низкие частоты локализируются плохо, они обладают большой диффузией (в отличие от высоких, локализующихся тем острее, чем они выше). Центральное положение басов придает, на наш слух и вкус, всей картине известную устойчивость, уравновешенность. По внешним краям экрана (по 1-му и 5-му каналам) звучит почти аналогично дуэт первых и вторых скрипок. Это обеспечивается микрофонами 1 и 5, расположенными в интервале между скрипичными подгруппа-

ми и ориентированными слегка вперекрест. Отметим попутно, что уже эти три микрофона (или 1-й, 3-й и 5-й каналы воспроизведения) создают звуковую картину квинтета, одинаково хорошо и почти одинаково по ракурсу звучания воспринимаемую всеми слушателями, независимо от занимаемого места в зале.

Полукрайние каналы выполняют в нашем случае не только вспомогательные функции, состоящие в заполнении звуковых провалов между крайними каналами и центральным (весьма ощутимых уже при экране шириной в 18—20 м); они существенно влияют и на характер звуковой картины. Так, по 2-му каналу звучит дуэт первых скрипок и виолончелей, а по 4-му — дуэт вторых скрипок и альтов. Не менее часто мы, впрочем, меняли коммутацию 2-го и 4-го микрофонов, зеркально изменяя и расположение этих «звуковых перемишек» между центром и краями экрана. Это диктовалось всякий раз конкретным содержанием партитуры.

Рассматриваемая схема позволяет посредством изменения коммутации микрофонов на входы микшерского пульта (т. е. не трогая самих микрофонов и не меняя раскладки музыкантов) произвольно варьировать звуковую картину в достаточно широких пределах. Можно осуществить стереофоническую композицию квинтета, диаметрально противоположную вышеописанной: перенести скрипичный дуэт в центр, на 3-й канал и т. д. Если же предусмотрительно ввести в схему хотя бы еще два микрофона, то количество возможных вариантов канального распределения голосов квинтета окажется практически неисчерпаемым: свыше трехсот комбинаций!..

Для завершения анализа предлагаемой схемы необходимо указать, что лежащий в ее основе поиск «звуковой симметрии» касается не только струнного квинтета, но и всех остальных инструментальных групп, в особенности духовых. Перед каждой из последних устанавливалось по два микрофона, что позволяло записывать партии этих групп примерно одинаково на 2-й и 4-й каналы (деревянные духовые) и соответственно на 1-й и 5-й (медные духовые). Особо заманчивой представляется не столько эта симметрия, сколько ее нарушение — например, возможность осуществлять «перекличку» одного и того же инструмента (скажем, солирующей трубы) с самим собой по раз-

ным каналам, пользуясь только аттенюаторами. Разумеется, и этот и все подобные технологические приемы — всего лишь некий арсенал выразительных возможностей.

Относительно солирующих инструментов, вынесенных в нашей схеме за пределы оркестрового массива (на рис. 1 — в левом и правом нижних углах), ограничимся замечанием, что в наших конкретных условиях асимметричное расположение таких солирующих голосов представлялось делом весьма рискованным, поскольку прямых оснований для их локализации не встречалось. Поэтому мы фиксировали такие сольные партии (арфы, рояль и т. п.) преимущественно на 3-м или же на 6-м канале.

Уместно оговорить, что первичная запись музыки — это только превентивная часть работы, ибо окончательное распределение звучащего материала возможно лишь на стадии перезаписи. Сейчас, в дни перехода широкоформатной технологии на новый стандарт расположения (и количества) звуковых дорожек, нам кажется необходимым указать на целесообразность сохранения — только для первичной записи музыки — 9-канального стандарта (не обязательно сопряженного со скоростью продвижения звуконосителя 570 мм/сек: девять каналов можно использовать, чтобы не вносить разнобоя в первичные фонограммы, и на скорости 456 мм/сек). В процессе первичной записи, когда многие вопросы далеко не до конца ясны, значительно выгоднее фиксировать музыкальный материал на девяти дорожках, чем только на шести: в процессе перезаписи это намного облегчает свободное манипулирование звуковыми компонентами.

Каким образом схема может быть применена для малых или камерных инструментальных составов? В качестве примера приведен музыкальный эпизод «Памятник» («Повесть пламенных лет»), записанный по той же схеме (рис. 3).

«Перпендикулярный» принцип сохранен и в данном случае. Небольшой состав (альты, виолончели, контрабасы и валторны) в местах тутти «симметризировался» с помощью двух микрофонов, для наглядности смещенных на рис. 3 несколько назад относительно линии основных микрофонов, скоммутированных зеркально: левый — на 5-й канал, а правый — на 1-й. В местах же солирования альтов или валторн применя-

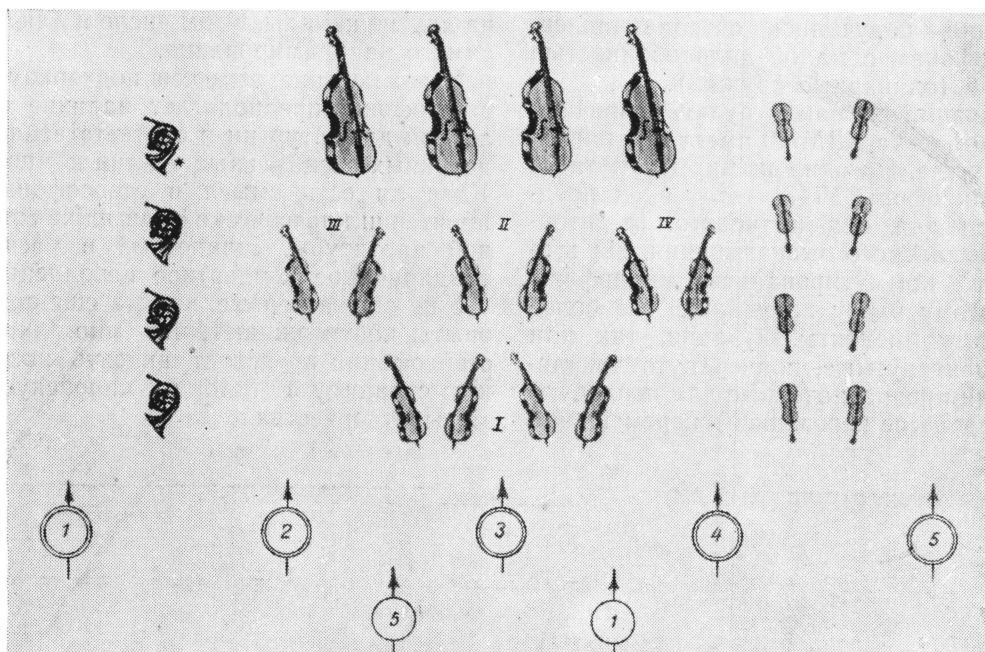


Рис. 3

лась откровенно острая их локализация, что было продиктовано определенными драматургическими и композиционными условиями. Как видно из схемы, валторны в данном случае отслушивались нами «снизу вверх», т. е. в таком ракурсе, что на первом плане находилась басовая, а на самом дальнем — дискантовая валторна.

Не последнюю роль при стереозвукозаписи музыки играет выбор микрофонов. Мы исходим из убеждения, что, во-первых, для любой (и не только музыкальной) стереофонии необходимы однонаправленные микрофоны с кардиоидной характеристикой, в то время как восьмерочные или шаровидные практически тут непригодны. Во-вторых, что микрофоны для стереофонии тем лучше, чем уже их рабочая зона или угол охвата. Третий показатель — хороший перепад чувствительности «фронт/тыл» и, наконец, четвертый — степень спада чувствительности в зависимости от увеличения расстояния микрофона от источника звучания — показатель, который мы позволим себе именовать не слишком научным, но зато общепонятным термином «дальнобойность». Чем меньше дальнобойность микрофона (при условии достаточной чувствительности в определенных рабочих преде-

лах), тем он лучше подходит для стереофонических целей. Малая дальнобойность микрофона позволяет отлично фиксировать крупноплановые звучания, чему не мешают столь же громкие, но более отделанные звуковые компоненты.

Последним положительным свойством обладает, на наш взгляд, отечественный микрофон типа 19А-9 — в отличие от микрофона серии У-47 фирмы Нойман. У микрофонов типа «Нойман» есть свои особенности: большая дальнобойность и широта охвата, хорошая частотная характеристика. Наша схема построена на принципе определенного комбинирования микрофонов двух типов. Участок отслушивания, не требующий острой локализации, а тяготеющий скорее к обобщенному, диффузному звучанию, поручается микрофону типа У-47. Если же участок задумано остро локализовать и в связи с этим по возможности отсепарировать от окружающих и второплановых звучаний, то он поручается микрофону 19А-9 или аналогичному ему.

На рис. 1 видно, что фронт струнного квинтета по определенным соображениям поручен широкоохватным и «дальнобойным» микрофонам типа У-47 (двойные кружки), духовые и медные инструменты, как и все

солирующие, поручались остронаправленным микрофонам с малой дальностью типа 19А-9 (одинарные кружки).

Применявшийся нами пульт первичной записи комплекта КЗМ-10 имеет два параллельных входа. На один из них коммутировались микрофоны У-47 — этот вход предназначался для общепланового, от-авторского музыкального высказывания. На второй вход коммутировались микрофоны 19А-9 — этому входу поручались все более мобильные компоненты звучания, так или иначе акцентируемые, подчеркнута локализуемые или предназначенные для последующего (в процессе перезаписи) перемещения

на другие каналы, в том числе и для независимого панорамирования.

В заключение остается подчеркнуть, что стереофония предполагает наличие определенной драматургии и соответственно определенных специальных усилий композитора. Едва ли есть смысл в стереофоническом прочтении классической или даже современной партитуры, сочиненной в расчете на тридцатилетнее концертное исполнение.

Уже самые первые, весьма еще скромные опыты подтверждают, что многоканальной стереофонии предстоит вписать новую яркую страницу в историю киноискусства и музыкотворчества.

В. В. ЧААДАЕВ, А. Е. ДИКУСАР

## МАГНИТОФОННЫЙ КОМПРЕССОР

681.84

Дано описание устройства для компрессирования звуковых сигналов в процессе записи магнитной фонограммы, основанное на автоматическом управлении величиной тока ВЧ подмагничивания.

Фонограммы речи, записанные с большим динамическим диапазоном, при воспроизведении их в многолюдных аудиториях могут звучать неразборчиво. Это явление объясняется маскирующим эффектом шумов зала, когда уровень шумов является более высоким, чем некоторые воспроизводимые слова речи, и поэтому последние звучат неразборчиво или совсем выпадают, отчего теряется смысл целых фраз.

Для разборчивой звукопередачи речи в многолюдной аудитории необходимо, чтобы уровень воспроизведения не падал больше, чем на 25—30 дБ по отношению к уровню модуляции, принимаемому за нулевой. Практически такое сжатие динамического диапазона осуществляется звукооператором вручную посредством микширования. Однако ручной способ сжатия динамического диапазона несовершенен, и результат зависит от квалификации звукооператора. При ручном способе регулирования невозможно соблюсти равномерность сжатия диапазона. Отдельные составляющие рече-

вого сигнала неизбежно выходят за пределы допустимого уровня модуляции.

Представляется, что безошибочное регулирование громкости при записи в пределах наивыгоднейших уровней заданного динамического диапазона можно осуществить, лишь используя автоматические регуляторы, получившие общее название компрессоров.

Вопрос о компрессировании при записи звука в кинофильмах стал особо острым в связи с применением магнитной фонограммы при первичной записи звука и последующим переводом ее на фотографическую пленку в фильмокопиях.

Заметим, что с внедрением магнитной записи звука на киностудиях должно было улучшиться звучание фильмов в кинотеатрах, к сожалению, не получено. Это объясняется прежде всего большой потерей качества звучания фонограмм в процессе копирования их на фотографическую пленку. При перезаписи магнитной фонограммы на фотографическую сужается динамический диа-

пазон, в результате чего особенно подчеркивается неравномерность ручной регулировки, допущенная в первичной записи.

Улучшение звучания фотографических фонограмм в прокатных фильмокопиях в значительной степени можно получить путем применения компрессирующих устройств при первичной записи звука на киностудиях.

Из большого числа схем компрессоров различного принципа действия в практике записи звука кинофильмов применяются схемы, использующие автоматическое изменение коэффициента передачи усилительного каскада, выполненного на лампах с переменной крутизной.

Однако схемы этих компрессоров имеют существенные недостатки, такие, как: увеличение коэффициента нелинейных искажений в записываемом сигнале, повышение уровня шумов; «эффект стука»; нестабильность балансировки.

Нами разработан способ компрессирования, основанный на автоматическом управлении величиной тока ВЧ подмагничивания в головке записи. Компрессор, построенный по этому принципу, позволяет избавиться от вышеуказанных недостатков, присущих известным компрессирующим устройствам.

Интенсивность высокочастотного тока подмагничивания существенно влияет на электроакустические характеристики магнитной фонограммы. На рис. 1 показаны полученные нами кривые остаточного намагничивания магнитной ленты для различных значений напряженности поля ВЧ подмагничивания. Отсутствие поля ВЧ тока подмагничивания вызовет при записи нелинейные искажения типа «центральной отсечки». При записи с дополнительным полем ВЧ динамическая кривая спрямляется и

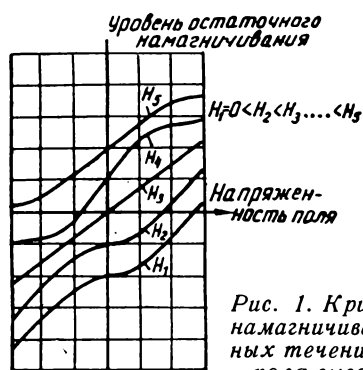


Рис. 1. Кривые остаточного намагничивания для различных течений напряженности поля высокой частоты  $H$

при определенном значении поля становится прямолинейной в относительно большом диапазоне уровней сигнала. Дальнейшее увеличение поля ВЧ подмагничивания приводит к уменьшению чувствительности, однако интервал линейности несколько возрастает.

Известно, что возможность уменьшения чувствительности магнитной ленты для звуковых сигналов при их записи с током ВЧ подмагничивания, увеличенным до определенного значения, позволяет регулировать отдачу звукового сигнала при практически неизменных нелинейных искажениях.

Изложенное позволяет создать компрессирующее устройство, в котором в процессе записи одновременно с увеличением уровня сигнала выше определенного предела автоматически увеличивается ток ВЧ подмагничивания и тем самым уменьшается отдача записываемого звукового сигнала (Авт. свид. № 145030, 1962 г.).

Практическое осуществление схемы магнитофонного компрессора выполнено на Ялтинской киностудии, где он смонтирован непосредственно в столе магнитофона КЗМ-6. Переделке подверглись генератор 650У-1М, усилитель записи 101У-4, частично были изменены также междублочный монтаж и питающее устройство 20В-18.

Схема переделанного генератора ВЧ подмагничивания показана на рис. 2. Генератор состоит из задающего генератора, собранного на лампе 6Н1П с трансформатором ТР-1. Задающий генератор раскачивает два двухтактных каскада: каскад ВЧ подмагничивания (лампа 6Н1П с трансформатором ТР-4) и каскад ВЧ стирания (лампа 6Н1П с трансформатором ТР-2).

Для управления величиной тока ВЧ подмагничивания в головке записи, позволяющего изменять отдачу звуконосителя в 4—5 раз, в сеточные цепи двухтактного каскада усилителя ВЧ смещения введен трансформатор ТР-3, первичная обмотка которого является резонансным контуром, настроенным на 60 кГц. Трансформатор ТР-3 имеет слабую индуктивную связь с трансформатором ТР-1 задающего генератора, для чего карбонильные сердечники СБ-5А, в которых находятся контуры, конструктивно располагаются рядом. Сетки лампы 6Н1П усилителя ВЧ подмагничивания дополнительно связаны с задающим генера-



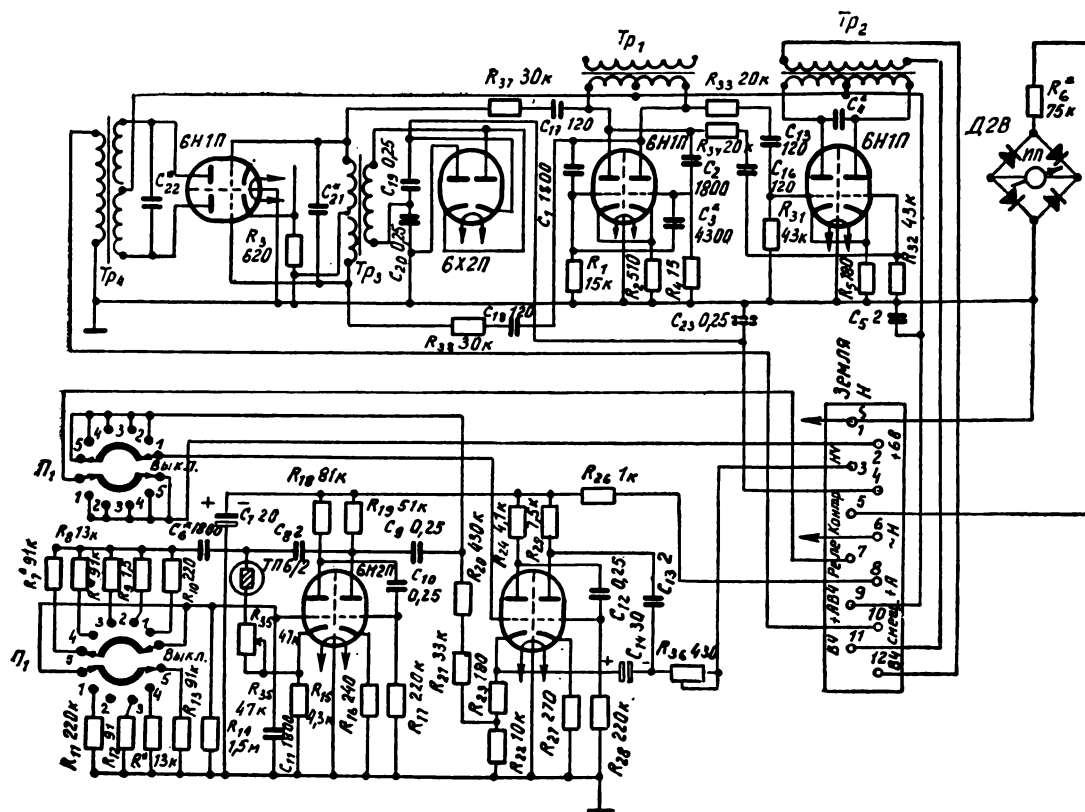


Рис. 2. Схема генератора

тором через соответствующие  $RC$ -цепочки. В результате действия индуктивной и емкостной связей достигается неискаженная форма кривой ВЧ тока подмагничивания, что необходимо для получения малых нелинейных искажений в фонограмме.

Изменением величины нагрузки вторичной обмотки трансформатора  $TP-3$  можно в больших пределах изменять уровень ВЧ сигнала подмагничивания на выходе усилителя ВЧ, не искажая формы кривой тока подмагничивания.

Чтобы автоматически регулировать уровень сигнала на выходе усилителя ВЧ подмагничивания, к вторичной обмотке трансформатора  $TP-3$  подключен двухполупериодный выпрямитель (удвоитель) на лампе 6Х2П. Напряжение ВЧ после выпрямления подается в блок усилителя записи 101У-4 через соответствующий вывод разъема генератора 650У-1М.

Усилитель ВЧ стирания работает также на лампе 6Н1П, сетки которой связаны с задающим генератором емкостной связью.

Для получения сигналов с уровнем, соот-

ветствующим 100% модуляции на частоте 400 гц и 8000 гц, необходимых при проверке и настройке компрессора, в генератор НЧ вносятся изменения в соответствии со схемой рис. 2. При настройке генератора ВЧ следует учитывать влияние емкости соединительного кабеля, которая должна быть минимальной. Рекомендуется также во время настройки генератора ВЧ снять регулировочную лампу 6С1П в блоке усилителя записи.

После предварительной настройки анодного и сеточного контуров усилителя ВЧ подмагничивания необходимо проверить фазировку между трансформаторами  $TP-1$  и  $TP-3$ .

Окончательная подстройка контуров производится карбонильными сердечниками. Величина максимального тока смещения в головке записи должна составлять 60—70 мА.

На рис. 3 изображена схема усилителя записи.

Сигнал записи поступает одновременно на усилитель записи и на блок управления

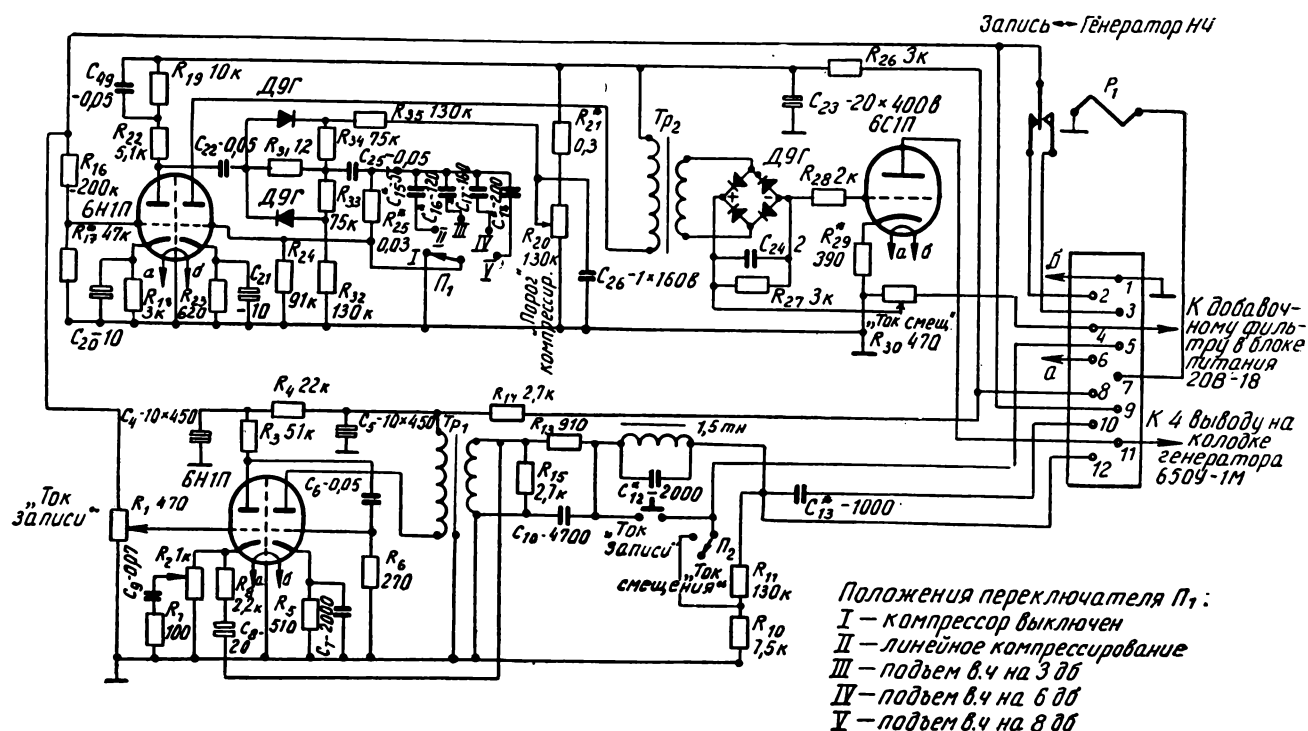


Рис. 3. Схема усилителя записи и компрессора

компрессией. Одна половина лампы 6Н1П блока компрессии усиливает поступивший сигнал до уровня, необходимого для четкой работы двухполупериодного ограничителя, работающего на точечных диодах. Анодная нагрузка первого каскада одновременно является корректирующим звеном, выравнивающим частотную характеристику компрессирования в области низких частот. Диоды ограничителя должны быть строго подобраны по симметрии ограничения. Порог компрессирования устанавливается подачей положительного запирающего потенциала на диоды ограничителя с потенциометра  $R_{20}$ , выведенного на лицевую панель усилителя записи. Подбором сопротивления  $R_{21}$  достигается начало срабатывания диодов ограничителя при 40—50% модуляции, при среднем положении движка потенциометра  $R_{20}$ .

Сигнал, превышающий установленный уровень порога начала компрессирования, через делитель поступает на сетку другой половины лампы 6Н1П оконечного каскада блока управления компрессией.

Переключатель  $\Pi_1$  служит для ступенчатого изменения частотной характеристики компрессирования в области высоких час-

тот для отключения компрессора. Оконечный каскад блока управления компрессией имеет в качестве анодной нагрузки трансформатор  $TP_2$ , во вторичную обмотку которого включен выпрямитель.

Сигнал, превысивший установленный порог ограничения, усиленный и выпрямленный, выделяется на нагрузке, состоящей из емкости  $C_{24}$  и сопротивления  $R_{27}$ , и поступает на управляющую сетку лампы типа 6С1П, анодным питанием которой является выпрямленное напряжение, поступающее с трансформатора  $TP_3$  в блоке генератора 650У-1М. Величина этого напряжения, полученного от источника с большим внутренним сопротивлением, будет зависеть от внутреннего сопротивления триода 6С1П.

Установка оптимального тока ВЧ смещения в головке записи производится путем подачи положительного потенциала на сетку управляющей лампы 6С1П с потенциометра  $R_{30}$  «ток смещения». Напряжение питания берется от питающего устройства 20В-18, где в эту цепь включается дополнительный фильтр.

В процессе записи сигнал, превысивший

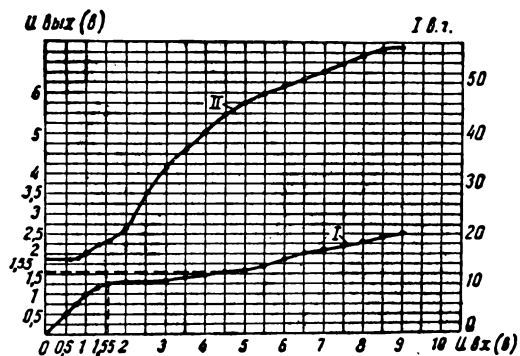


Рис. 4. Кривая компрессирования и зависимость тока в ч. подмагничивания от величины звукового сигнала

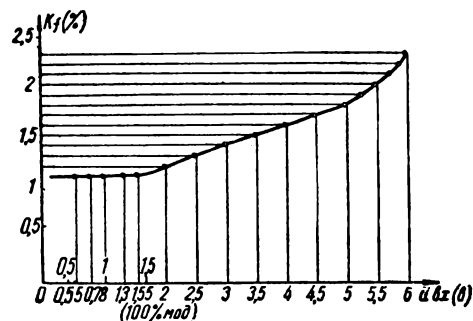


Рис. 5. Зависимость величины нелинейных искажений от уровня сигнала на входе усилителя записи в режиме компрессирования

заданный уровень ограничения после выпрямления, поступает в отрицательной полярности на управляющую сетку лампы 6С1П, в результате чего уменьшается шунтирующее действие лампы 6С1П и уровень записываемого сигнала на ленте падает, т. е. происходит процесс компрессирования.

Процесс компрессирования описанного выше устройства изображен графически на рис. 4 (кривая I).

Зависимость величины тока ВЧ подмагничивания в головке записи от уровня сигнала записи для магнитной ленты типа 6-35 показаны на том же рисунке (кривая II).

График нелинейных искажений в сквозном тракте в зависимости от уровня сигнала на входе усилителя записи (рис. 5) показывает, что нелинейные искажения даже при четырехкратной перегрузке по входу не превышают пределов, допустимых для аппаратуры данного класса.

Так как компрессирование происходит только в процессе записи, что является определенным эксплуатационным недостатком, в микшерском пульте 90К-4 устанавливается дополнительный индикатор, постоянно включенный на выход микшера и проградуированный до уровня, соответствующего 500% модуляции (рис. 6). Это дает возможность звукооператору в процессе репетиции, зная пределы компрессирования, предварительно устанавливать нужные уровни.

Практическая работа с компрессором показала, что установку порога компресси-

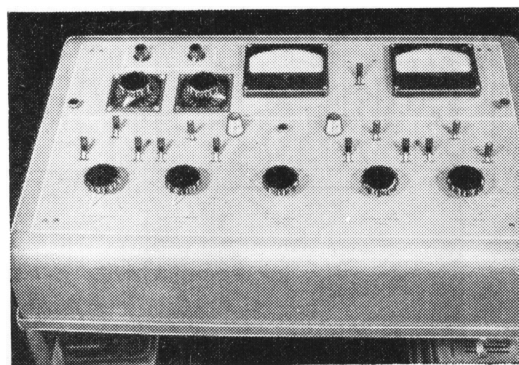


Рис. 6. Микшерский пульт 90К-4 с дополнительным индикатором модуляции

рования надо делать предварительно, выставив ВЧ ток подмагничивания в процессе записи сигнала частоты 400 гц с уровнем модуляции, равным 100%, при выключенном компрессоре. При включенном компрессоре установкой степени компрессирования фиксируется падение отдачи звуконосителя примерно на 1 дБ, что соответствует началу работы компрессора от уровня сигнала, равного 50—60% модуляции.

Может включаться дополнительная коррекция, увеличивающая степень компрессирования на высоких частотах.

Магнитофонный компрессор находится в эксплуатации на Ялтинской киностудии более трех лет, и его работа получила высокую оценку звукооператоров.

Ялтинская киностудия

# ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ПОЛУТОНОВ В СРЕДНИХ И МЕЛКИХ ДЕТАЛЯХ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

621.391.837

Дан метод расчета корректора полутонов по заданному коэффициенту воспроизведения визуального контраста в случае передачи деталей с разными угловыми размерами. Произведен анализ апертурных искажений с учетом субъективного восприятия. Рассмотрены амплитудно-частотные искажения, вызванные нелинейностью системы.

1. Принято считать, что коррекцию полутоновых искажений в телевидении следует проводить для крупных деталей изображения. Поэтому кривые зрительных ощущений и дифференциальных порогов зрения  $\frac{\Delta B_{\text{пор}}}{B}$  были сняты для деталей с угловыми размерами 3—5°. Рекомендации [1] по расчету корректора полутонов были построены на предположении, что детали на передаваемом изображении имеют только определенный размер (5°) и воспроизводятся на приемном экране в неизменных размерах (3°). В реальных условиях этого не бывает, даже если говорить о крупных деталях; их размеры могут быть самыми различными. Кроме того, крупные детали однородной яркости обычно мало интересуют зрителя: зрительный аппарат, анализируя изображение, сосредоточивает внимание на контурах, на деталях средних и малых размеров. Поэтому необходимо выяснить, можно ли считать, что правильное воспроизведение полутонов имеет смысл только для крупных деталей изображения и не влияет на качество репродукции при рассматривании деталей средних и малых размеров, и как можно учесть при расчете корректора полутонов размеры деталей?

Сделаем попытку разобраться в этих вопросах. Градиент воспроизведения полутонов  $G = \frac{\theta'}{\theta} \varphi_{k-1} S_k \psi_{k+1}$  зависит при равных прочих условиях от контрастной чувствительности глаза при наблюдении объекта  $\theta' = \frac{B'}{\Delta B'_{\text{пор}}}$  и репродукции  $\theta = \frac{B}{\Delta B_{\text{пор}}}$ . Так как контрастная чувствительность глаза различна при наблюдении деталей разных угловых размеров, то градиент воспроизведения полутонов  $G$ , рас-

считанный при воспроизведении детали определенных угловых размеров, будет изменяться при изменении угловых размеров детали. В этом случае связь между градиентом  $G$  и визуальными перепадами яркостей становится неоднозначной.

На рис. 1 приведены снятые у нас кривые дифференциальных порогов зрительных ощущений яркостей при разных угловых размерах полей сравнения. Как отмечалось, зрительное ощущение оценивают суммированием дифференциальных порогов, начиная от «субъективно-черного» до яркости, зрительное ощущение которой измеряется. При этом делается предположение, что зрительный порог различия яркостей двух сравниваемых частей изображения в силу предельного состояния поддается регистрации и принимается за единицу зрительного ощущения яркости. Кривые

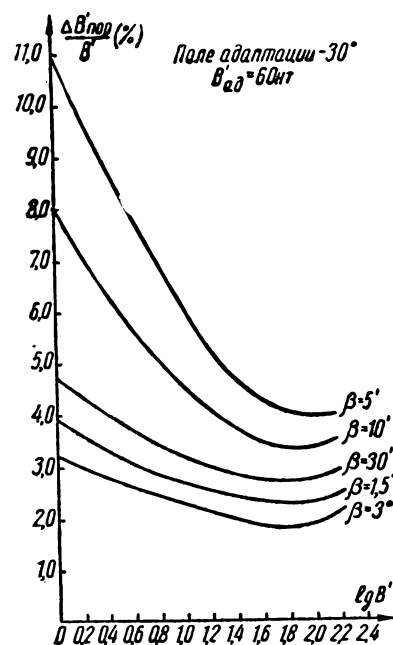


Рис. 1

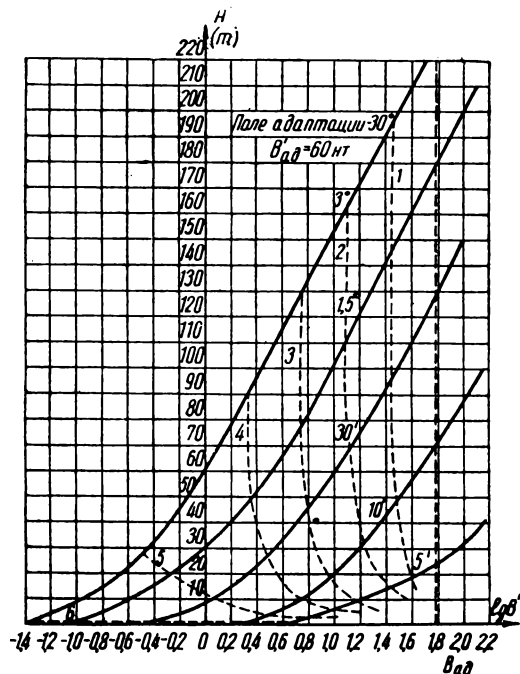


Рис. 2

зрительных ощущений яркости приведены на рис. 2.

Обращает на себя внимание следующий факт: яркость детали, одинаковая с яркостью фона, будет сливаться с яркостью фона, и независимо от размера детали ее невозможно отделить от фона и распознать. Отсюда можно заключить, что если деталь имеет такую же яркость, как и фон, то при наблюдении ее возникает такое же зрительное ощущение, как и при наблюдении фона, независимо от угловых размеров детали. Это — экспериментальный факт. Из семейства кривых  $A' = f(\lg B)$  следует, что зрительное ощущение яркости детали, равной яркости фона, для деталей с разными угловыми размерами измеряется разным числом единиц зрительного ощущения, что противоречит логике измерений. Не может одна и та же величина измеряться разным числом одних и тех же единиц. Действительно, если предположить, что яркость «субъективно-черного» воспринимается одинаково и вызывает одинаковое ощущение черноты (независимо от размеров детали), «чернее» которого не может быть ощущения, то зрительное ощущение перепада яркости от «субъективно-черного» до яркости фона должно быть одинаковым для дета-

лей различных размеров и должно измеряться одинаковым числом субъективных единиц зрительного ощущения. Если бы это было так, то кривые зрительных ощущений яркости для деталей разных угловых размеров должны были бы пересечься в одной точке, тогда зрительные ощущения перепада яркостей от «субъективно-черного» до яркости поля адаптации выражались бы одной и той же ординатой, т. е. одинаковым числом световых градаций. В действительности этого нет.

Очевидно, что в принятом нами методе измерений зрительных ощущений, которым пользовались Лоури, Абриба и другие, имеются особенности, в силу которых измерения зрительных ощущений яркости деталей разных угловых размеров различаются и дают разные результаты при измерениях одной и той же яркости. Тогда возникает такая мысль: быть может, дифференциальные пороги следует отсчитывать не от принятого нами за нулевое ощущение — ощущение «субъективно-черного», а от яркости поля адаптации, зрительное ощущение которого не зависит от угловых размеров деталей. Тогда кривые будут выглядеть так, как показано на рис. 3, и значения «субъективно-черного» будут лежать не на горизонтали. Это возможно в том случае, если яр-

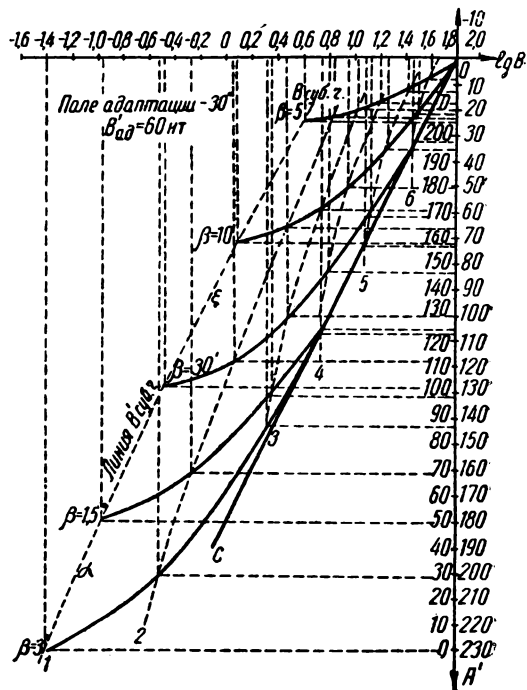


Рис. 3

кость «субъективно-черного» вызывает неодинаковое ощущение «черноты» для деталей разных угловых размеров. Визуальное фотометрирование не подтвердило такого предположения и показало, что яркость «субъективно-черного» для деталей разных угловых размеров имеет одинаковую «черноту». Таким образом, построение кривых зрительных ощущений по рис. 3, как и по рис. 2, не может быть оправдано экспериментальными фактами.

Устранить возникшее противоречие можно, предположив, что зрительный порог различения яркостей порождает неодинаковый предельно различимый контраст, т.е. зрительные ощущения в различных интервалах яркостей деталей различных угловых размеров выражаются различными единицами зрительного ощущения.

Визуальным фотометрированием нами установлено, каким яркостям соответствуют одинаковые зрительные ощущения, если угловые размеры деталей разные. На рис. 2 и 3 пунктиром проведены линии равных визуальных ощущений. перепадов яркостей (контрастов) при рассматривании деталей с разными угловыми размерами. Из рисунков следует, что в диапазоне яркостей, где кривые зрительных ощущений отвечают от ствола линий (4—6), одни и те же зрительные пороги вызывают различные зрительные ощущения предельно различных контрастов и между числом градаций, визуальным и объективными перепадами яркостей нет однозначной связи. Так как один и тот же дифференциальный порог порождает в различных диапазонах яркостей различный по величине пороговый контраст, измерение зрительных ощущений числом предельно различимых полутоновых градаций становится неправомерным.

Очевидно, зрительные ощущения следовало бы измерять отрезками между линиями равных визуальных перепадов яркостей. Однако ввиду того что в нашем методе предусмотрен пересчет визуальных перепадов яркостей в число градаций яркостей, более удобным оказывается условное представление зрительного ощущения в предельно различимых полутоновых градациях и в визуальных перепадах яркостей, как показано на рис. 3.

II. Рассмотрим, как рассчитать корректор полутонов по заданному контрасту воспроизведения деталей.

Для расчета корректора необходимо прежде всего оценить угловые размеры интересующих нас деталей.

Угол зрения объектива камеры равен

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} = \frac{h}{2f},$$

где:  $f$  — фокусное расстояние объектива;  $h$  — высота мишени.

Угол зрения  $\alpha$ , под которым телезритель наблюдает экран телевизора, определяется из выражения

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{H}{2b},$$

где:  $H$  — высота кадра на экране кинескопа;  $b$  — удаление телезрителя от экрана.

Эти соотношения позволяют по угловым размерам наблюдаемого объекта  $\beta_{об}$  установить угловой размер репродукции

$$\beta_{репр} = \beta_{об} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_1}.$$

Пользуясь кривыми  $A' = f(\lg B')$  (см. рис. 3), можно по заданному коэффициенту воспроизведения визуального контраста  $K_{в.к} = \frac{V_{виз}}{V'_{виз}}$  [1] определить кривую

градиента воспроизведения полутонов. Предположим, что угловые размеры деталей на репродукции меньше угловых размеров этой же детали на передаче, например  $\beta_{репр} = 30'$ , а  $\beta_{об} = 1,5^\circ$ . Если задан коэффициент воспроизведения визуального контраста  $K_{в.к}$ , то по формуле (6) [1] можно рассчитать коэффициент воспроизведения визуального перепада яркостей ( $K_{в.п.я}$ ).

Рассчитаем корректор полутонов так, чтобы коэффициент воспроизведения визуального перепада яркостей был равен единице ( $K_{в.п.я} = 1$ ), т.е. чтобы визуальные перепады яркостей репродукции и объекта были одинаковыми.

Установим сперва связь между коэффициентом воспроизведения визуального перепада яркостей и градиентом воспроизведения полутонов. С этой целью обратимся к рис. 3, на котором пунктирными линиями (1—6) обозначены точки равных визуальных перепадов яркостей. Заданное каким-либо значением яркости объекта, например,

$$B'_{дет} = 0,1 \text{ нт} (\lg B' = -1).$$

Этому значению яркости при угловых размерах объекта  $\beta_{об} = 1,5^\circ$  соответствует зрительное ощущение  $A = 180$  градаций.



На телевизионной репродукции с угловыми размерами  $\beta_{\text{репр}} = 30'$  и полем адаптации  $30^\circ$ ,  $B_{\text{ад}} = 60 \text{ нт}$  при равном визуальном перепаде яркостей (точка пересечения пунктирной линии с кривой зрительного ощущения  $A' = f(\lg B')$ , снятой для условий рассматривания репродукции) яркость детали должна составлять  $B_{\text{дет}} = 0,316 \text{ нт}$  ( $\lg B = -0,5$ ), а зрительное ощущение  $A = 128$  градаций. Задаваясь рядом значений  $B$ , указанным способом можно построить кривую зависимости зрительных ощущений  $A$  при наблюдении телевизионной репродукции от зрительных ощущений  $A'$  при наблюдении объекта, при которой обеспечиваются равные зрительные ощущения перепадов яркостей при рассматривании объекта и репродукции (рис. 4). По кривой  $A = f_A(A')$  можно графически в каждой точке определить градиент  $G = \frac{dA}{dA'}$ , и построить зависимость градиента от яркости элементов объекта ( $\lg B'$ ), которыми мы задавались (рис. 5). Зная кривую градиента  $G(\lg B')$ , пользуясь формулой (5), можно рассчитать параметры и характеристики корректора полутонов.

Несколько сложнее произвести расчет корректора, если коэффициент воспроизведения контраста не равен единице. В этом случае необходимо иметь более частую сетку пунктирных линий визуального перепада яркостей и установить для них едини-

цу визуального перепада яркостей, пользуясь которой можно было бы устанавливать визуальный контраст репродукции по заданному контрасту объекта. В остальном расчет не будет отличаться от произведенного выше. Единицу визуального перепада яркостей удобно связать с числом градаций, выражающих кривую зрительных ощущений идеального зрительного аппарата, зрительные ощущения которого подчиняются закону Вебера и Фехнера. На рис. 3 для градуировки визуальных перепадов яркостей может служить прямая  $CD$ .

III. С изменением угловых размеров передаваемой детали изменяется не только контрастная чувствительность глаза  $\Theta'$  и  $\Theta$ , но и характеристики анализа полутонов  $\Phi_{k-1}$  и синтеза полутонов  $\Psi_{k+1}$ , а следовательно, видоизменяются кривые градиента воспроизведения полутонов и воспроизведения контраста.

Из сказанного можно заключить, что для оценки качества воспроизведения полутонов кривая градиента или кривая воспроизведения контраста, снятая или заданная только для одного углового размера детали, является недостаточной.

Для полной характеристики процесса телевизионной репродукции полутонов необходимо располагать семейством кривых градиентов и кривых воспроизведения визуальных перепадов яркостей при разных угловых размерах деталей объекта (или семействами кривых  $\Phi_{k-1}$ ,  $S_k$  и  $\Psi_{k+1}$ ).

Нами экспериментально сняты зависимости градиента воспроизведения полутонов  $G = f(\lg B')$  в телевизионной системе ПТУ-3 при рассматривании на экране кинескопа полей сравнения градициометра, имеющих различные угловые размеры при неизменных размерах поля адаптации. Кривые рис. 6 сняты при угловых размерах полей сравнения от  $1,5^\circ$  до  $10'$ . Изменение формы кривых градиента связано с нелинейностью системы и свойствами зрения и отражает полутоновые искажения системы. Снижение же максимумов кривых градиента с уменьшением угловых размеров деталей отражает амплитудно-частотные и апертурные искажения телевизионной системы, причем этот охват полнее, чем в случае обычных апертурных характеристик. Действительно, апертурные характеристики показывают ослабление компонентов яркости при анализе и синтезе изображений, яв-

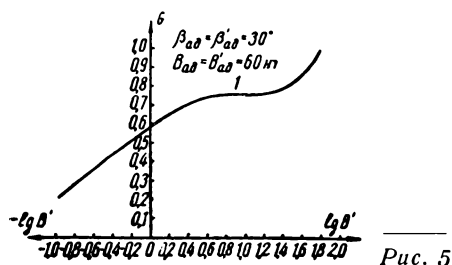
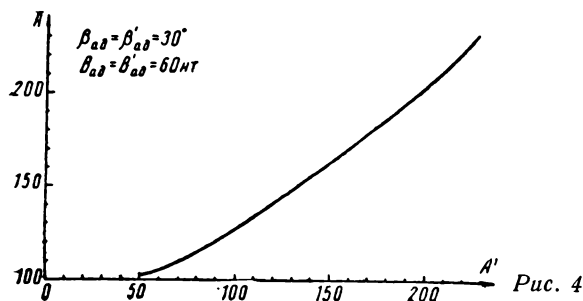


Рис. 5

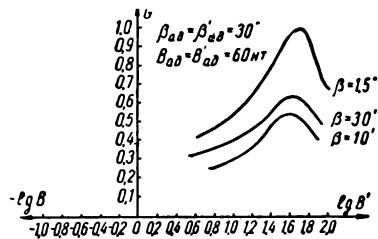


Рис. 6

лясь объективными характеристиками системы, и не доводятся до зрительного ощущения яркости, т. е. не учитывают субъективного характера зрительного восприятия мелких деталей изображения. Нам представляется, что апертурную характеристику неправильно отделять от полутоновой, как это делается сейчас, так как обе характеристики связаны друг с другом и зависят друг от друга, что и будет показано ниже. Полученные нами кривые представляют результат суммарного действия амплитудно-частотной, апертурной и полутоновой характеристик системы, доведенных до субъективного восприятия, и дают представление о детали так, как она реально выглядит на экране телевизора.

IV. Остановимся более подробно на апертурных характеристиках системы, учитывающих особенности зрительного восприятия мелких деталей. Апертурные характеристики зрения экспериментально были определены Шаде. К сожалению, применение этих характеристик возможно лишь при воспроизведении отдельных компонент яркости, ибо апертурные коэффициенты определялись по предельно различимому контрасту синусоидальной миры с разным числом штрихов на миллиметр.

Оставаясь справедливыми, при рассмотрении только синусоидальных мир определенных таким путем коэффициенты апертурных искажений недопустимо применять при суммировании косинусоид яркости, ибо зрительные ощущения контраста разных косинусоид с разным числом штрихов на миллиметр измеряются разными единицами зрительных ощущений, зависимость зрительного ощущения от яркости нелинейна, а следовательно, суммирование косинусоид зрительных ощущений яркости невозможно.

Можно ли в таком случае рассчитать зрительное ощущение яркости, воспроизведенной на приеме детали, с учетом апертурных и полутоновых искажений телевизионной системы? Первая трудность, которая здесь

встречается, — это нелинейность телевизионной системы. Обычно при расчете апертурных искажений нелинейностью анализирующего и синтезирующего устройств либо вовсе пренебрегают, либо полагают, что перепад яркостей невелик и процесс протекает на линейном участке характеристики. И первое и второе допущение могут служить лишь методом для того, чтобы прикрыть неправомерность пользования методом переходных характеристик или методом Фурье при анализе процессов в телевизионных цепях.

Более рационально пользоваться следующим методом расчета.

Пусть яркость детали и фона заданы функцией  $B'(x, y)$ . Контрастная чувствительность и зрительное ощущение яркости детали могут быть определены из рис. 1 и 2.

Пусть нелинейность световой характеристики передающей трубки и нелинейных устройств передатчика определяется функцией

$$U = V_0 \cdot f_a(B'),$$

где  $V_0$  — постоянное число.

Для того чтобы на выходе передающего устройства образовать косинусоидальный электрический сигнал, поле изображения должно быть представлено такими световыми характеристиками, которые образуют линейную связь с электрическим сигналом на выходе передатчика. Такой световой характеристикой служит  $f_a(B')$ . Например, характеристика анализа полутонов обычно аппроксимируется степенной функцией  $U = V_0 B'^\gamma$ , где:  $U$  — выходной сигнал;  $V_0$  — коэффициент пропорциональности. Будем считать, что световое поле изображения в каждой точке оценивается не яркостью, а величиной  $b$ :  $b = B'^\gamma$ .

Тогда поле передаваемого изображения может быть представлено в виде функции  $f_a[B'(x, y)]$ .

$$b(x, y) = f_a[B'(x, y)] =$$

$$= \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} F_a(B')_{l, m} \times$$

$$\times \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_l} x + \frac{2\pi}{\lambda_m} y + \theta_{l, m}\right),$$

где  $F_a(B')_{l, m}$  — амплитуда,  $l, m$ -го компонента  $b$ .

Преобразование каждого компонента  $b_{l, m}$  в электрический сигнал в телевизионных си-

стемах с накопительными передающими телевизионными трубками происходит по линейному закону.

Действительно, если предположить, что при коммутации мишени электронным лучом с площади  $da \cdot d\beta$  образуется сигнал  $du = V_0 f_a [B'(x + \alpha, y + \beta)] j(\alpha, \beta) da d\beta$ , то сигнал, образуемый суммированием в пределах всей площади развертывающего элемента, будет равен

$$u = V_0 \int \int_{\text{разв.эл.}} f_a [B'(x + \alpha, y + \beta)] \times \\ \times j(\alpha, \beta) d\alpha \cdot d\beta,$$

где:  $j$  — плотность электронного луча;  $V_0$  — коэффициент пропорциональности.

В процессе электрооптического анализа изображения образуется сигнал

$$u = V_0 \int \int_{\text{разв.эл.}} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} F_a(B')_{lm} \times \\ \times \cos \left[ \frac{2\pi}{\lambda_l} (x + \alpha) + \frac{2\pi}{\lambda_m} (y + \beta) + \theta_{lm} \right] \times \\ \times j_0 e^{-\frac{\alpha^2 + \beta^2}{r_0^2}} da d\beta = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} V_{lm} \vartheta'_{lm} \times \\ \times \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda_l} v_x t + \frac{2\pi}{\lambda_m} v_y t + \theta_{lm} \right),$$

где  $V_{lm} = V_0 F_a(B')_{lm}$ ,  $\vartheta'_{lm}$  — коэффициент апертурных искажений.

Следовательно, косинусоида ( $b_{lm}$ ) преобразуется в косинусоидальный сигнал, причем апертурный множитель следует относить не к амплитуде яркости, а к амплитуде  $F_a(B')_{lm}$ .

Подобные рассуждения нельзя отнести к телевизионным системам с бегущим лучом, у которых усреднение яркости изображения в пределах развертывающего элемента происходит на фотокатод (суммированием светового потока от различных точек изображения раstra элемента) и выходной сигнал является нелинейной функцией от усредненной яркости элемента разложения, т. е.

$$u = V_0 f_a \left[ \int \int_{\text{разв.эл.}} B'(x + \alpha, y + \beta) \times \right. \\ \left. \times j(\alpha, \beta) da d\beta \right].$$

В этом случае косинусоида  $b_{lm}$  преобразуется в сигнал более сложной формы, чем косинусоида, и представление поля изобра-

жения функцией  $f_a(B')$  себя не оправдывает.

Таким образом, метод расчета оказывается справедливым только применительно к телевизионным системам с передающими трубками, на мишени которых образуется потенциальный рельеф.

На выходе канала связи каждый компонент сигнала будет видоизменен в соответствии с амплитудно-частотной  $k(\omega_{lm})$  и фазо-частотной  $\theta(\omega_{lm})$  характеристиками электрического тракта.

Пусть нелинейность приемного устройства  $B = f_c(u)$ .

Если какая-нибудь деталь изображения образуется суммой косинусоид яркости, то зрительный аппарат воспринимает не каждую косинусоиду порознь с уменьшением ее амплитуды на апертурный коэффициент зрения, а яркость детали в целом по всей поверхности.

Зрительное ощущение яркости детали будет прежде всего зависеть от угловых размеров детали и яркости адаптации и может быть вычислено по формуле

$$A = k(\beta) \frac{B}{(\Delta B_{\text{пор}})_{\text{ср}}} = \frac{k(\beta)}{(\Delta B_{\text{пор}})_{\text{ср}}} \times \\ \times f_c \left\{ \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} V_{lm} \vartheta'_{lm} \vartheta_{lm} K(\omega_{lm}) \times \right. \\ \left. \times \cos \left[ \frac{2\pi}{\lambda_l} x + \frac{2\pi}{\lambda_m} y + \theta_{lm}(\omega_{lm}) + \theta_{lm} \right] \right\},$$

где:  $\vartheta_{lm}$  — апертурный коэффициент приемного устройства;  $k(\beta)$  — коэффициент, показывающий, во сколько раз единица зрительного ощущения яркости при рассмотрении детали заданных размеров больше единицы зрительных ощущений яркости самой большой детали, условно принятой за единицу. Коэффициент  $k(\beta)$  может быть определен из рис. 3. На рис. 7 показана зависимость  $k(\varphi) = k(\beta)$  от угловых размеров детали.

V. Из рис. 3 следует, что равные визуальные перепады яркостей с изменением угловых размеров детали имеют место при различных ее яркостях.

Общая тенденция такова, что с уменьшением угловых размеров детали один и тот же визуальный перепад достигается при уменьшающихся яркостях детали (см. рис. 3). В отмеченном факте обнаруживается замечательное свойство зрительного аппарата — воспринимать уменьшающиеся до

Рис. 7

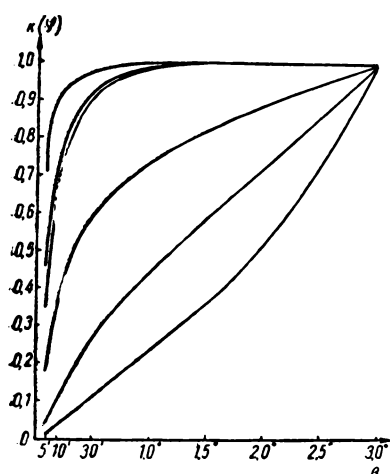


Рис. 8

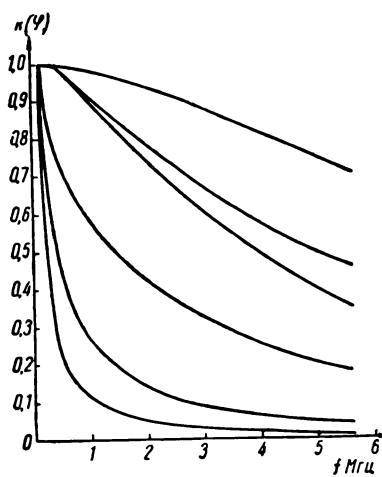
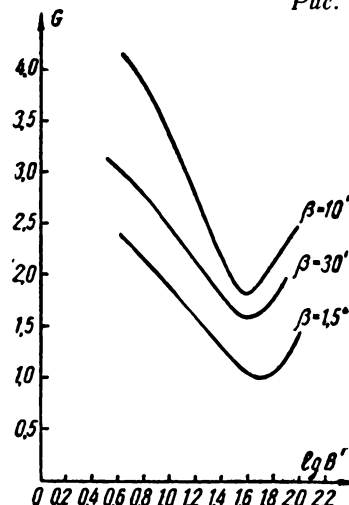


Рис. 9



определенных размеров детали равной яркости с возрастающим визуальным контрастом. Глаз как бы располагает средствами апертурной коррекции, и степень этой коррекции может быть оценена числом  $k(\beta)$ .

Если размеры деталей связать с полосой частот телевизионного сигнала, то коррекционные свойства зрения могут быть выражены кривой зависимости  $k(\beta)$  от частоты  $F$  (рис. 8). Отмеченные особенности зрительного аппарата следует иметь в виду при оценке качества репродукции. Если угловые размеры мелких деталей на экране телевизора окажутся меньше угловых размеров наблюдаемых деталей, то при одинаковых яркостях детали репродукции будут выглядеть, хотя и менее разборчивыми, но зато более контрастными, чем детали объекта, так как число градаций на репродукции хотя и сокращается, но перепады яркости субъективно выглядят более глубокими. Уменьшение разборчивости в какой-то мере компенсируется увеличением контрастности.

Наоборот, при увеличении угловых размеров репродукции по сравнению с наблюдаемыми деталями к апертурным искажениям яркости, вносимым телевизионной системой, добавляются дополнительные искажения за счет снижения визуального контраста, восполняемого, впрочем, большей разборчивостью детали.

VI. Показанные на рис. 6 кривые градиента для разных угловых размеров детали, снятые на установке ПТУ-3, представляют собой  $G = \frac{\theta'}{\theta} \varphi_{k-1} \psi_{k+1}$ . Следу-

ет отметить, что снижение крутизны характеристики синтеза полутонов  $\psi_k$  с уменьшением размеров деталей происходит не только за счет апертурных искажений, но главным образом за счет снижения детального контраста, поднять который средствами апертурной коррекции не представляется возможным. Нелинейные искажения могут быть скорректированы полутоновыми корректорами, характеристики которых легко рассчитать по заданному градиенту  $G_{\text{зад}}(\lg B')$ :

$$S_k = \frac{G_{\text{зад}}(\lg B)}{\varphi_{k-1} \cdot \psi_{k+1}} \cdot \frac{\theta}{\theta'}.$$

На рис. 9 показаны характеристики  $S_k$  полутоновых корректоров, исправляющие полутоновые искажения при передаче деталей различных угловых размеров ( $G = 1$ ). В идеале каждый размер детали при передаче потребовал бы специальной настройки корректора. До сих пор коррекция полутонов проводилась для самых крупных деталей (угловой размер  $2^\circ$ ), но тогда мелкие детали воспроизводятся с заметными искажениями. Наилучшее решение этой проблемы лежит в создании корректора полутонов, нелинейность которого частотно-зависима и изменяется в зависимости от углового размера воспроизводимой детали. Создание корректора представляет технические трудности. Другое решение может состоять в статистически оправданном раз-  
мере детали для определенного класса изображений, для которого и следует производить коррекцию полутонов, допуская полу-

тоновые искажения для деталей других размеров. Для каких же максимальных размеров деталей следует производить коррекцию полутонов? По нашим данным, в телевизионном изображении достаточно хорошо распознаются детали, содержащие 50—80 элементов развертки. Детали меньших размеров выглядят в виде точек, линий, штрихов, воспроизведение полутонов в которых лишено смысла.

VII. Четкое и контрастное воспроизведение линий заметно повышает качество воспроизведения изображений. Однако на пути повышения контраста воспроизведения штрихов и отдельных контуров и линий лежат значительные трудности. Не будем останавливаться на том факте, что контраст мелких деталей падает вследствие внутренних засветок в кинескопе, — эти явления хорошо изучены в работах Гдалина и других. Однако падение контраста при воспроизведении штрихов, линий и мелких деталей вследствие нелинейности системы не отмечалось в телевизионной литературе. Теория этого вопроса разработана в фототелеграфии и целиком применена в телевидении. Суть явления состоит в следующем: качество освещения в каждой точке зоны размытости меньше при нелинейной системе, чем в случае линейной системы, и кажущаяся яркость ниже (рис. 10). Воспроизведение штрихов в линейной системе получается более контрастным, чем в нелинейной. Наличие нелинейности в системе приводит к тому, что зона размытости смещается в сторону светлого поля, вследствие чего темные штрихи расширяются, а светлые сужаются.

VIII. Коррекция полутонов может существенно улучшить качество изображения, чему учит опыт фототелеграфии. Однако коррекция полутонов имеет смысл только в том случае, если строго выдерживаются режимы всех элементов тракта.

Смещение рабочих режимов отдельных элементов тракта, особенно световых характеристик, сразу нарушает основные соотношения между характеристиками анализа и синтеза полутонов, и корректор полутонов превращается в  $\gamma$ -корректор, корректирующий общий контраст изображения. Поэтому применение полутоновой коррекции может себя оправдать только при наличии автоматической регулировки диа-

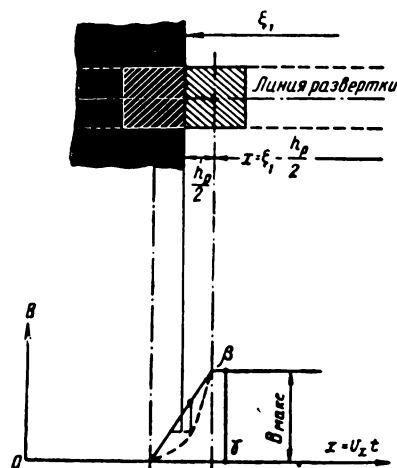


Рис. 10

фрагмы объектива или иных мер поддержания стабильности светового режима телевизионной камеры при стабильности источников питания и др.

### Выводы

1. Между числом градаций и визуальным ощущением этих градаций нет однозначной связи и измерение зрительных ощущений числом предельно различных полутоновых градаций становится невозможным. Зрительные ощущения следует измерять отрезками между линиями равных визуальных перепадов яркости.

2. Расчет полутонового корректора только для крупных деталей изображения недостаточно полно характеризует систему, так как искажения полутонов в деталях средних и мелких размеров могут существенно отличаться от искажений полутонов крупных деталей. Целесообразно разработать корректор полутонов, нелинейность которого была бы частотно-зависима и изменялась в зависимости от углового размера воспроизводимой детали.

3. Кривые градиента воспроизведения полутонов, снятые при разных угловых размерах имитируемых деталей, представляют собой результат суммарного действия полутоновой, амплитудно-частотной и апертурной характеристик системы, доведенных до субъективного восприятия.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Орловский Е. Л. и др., Техника кино и телевидения, 1965, № 8.

# О ВИЗУАЛЬНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ПОГРАНИЧНЫХ КРИВЫХ ЯРКОСТИ

621.391.837

Приведены результаты эксперимента по установлению визуальной эквивалентности для оценки качества телевизионной передачи по критерию [1].

В работе Я. А. Рыфтина [1] предлагается оценивать качество передачи вдоль строки совмещением исследуемой переходной характеристики телевизионной системы с «нормальной» (рис. 1). Если переходная характеристика исследуемой системы совмещается с «нормальной» по всем точкам или таким образом (рис. 2), что алгебраическая сумма площадей, заключенных между переходными характеристиками,

$$\Sigma S \rightarrow 0$$

при наименьшей среднеквадратичной ошибке

$$\sqrt{\dots + \Delta S_{n-1}^2 + \Delta S_n^2 + \Delta S_{n+1}^2 + \dots},$$

а наибольшие выбросы не превышают визуально допустимого значения, то такая система считается визуально эквивалентной «нормальной», а качество передачи — пропорциональным ее максимальной крутизне.

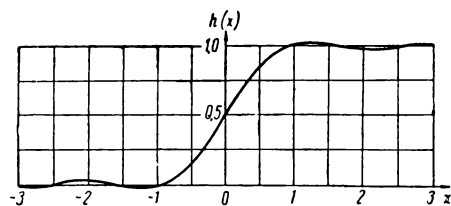


Рис. 1. Нормальная переходная характеристика телевизионной системы

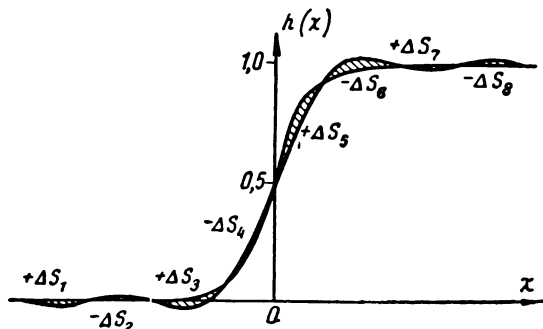


Рис. 2. Совмещение переходных характеристик визуальной эквивалентности

Качество передачи по предложенному критерию пропорционально изменению масштаба по оси абсцисс переходной характеристики исследуемой системы при совмещении ее с нормальной.

Данный критерий оценки качества передачи вдоль строки ( $q_x$ ) предполагает существование визуальной эквивалентности между различными по форме переходными характеристиками телевизионной системы. Это означает, что пограничные кривые яркости различной формы могут восприниматься зрителем (при определенных условиях наблюдения) одинаковыми. Следовательно, одна и та же резкость телевизионного изображения может быть получена при различных законах изменения яркости на границах между темными и светлыми деталями в изображении.

Определение эквивалентности сводится, таким образом, к определению альтернативного стимула (раздражителя), для которого некоторый вид ощущения остается неизменным [2]. Так, например, в соответствии с кривой относительной видности ощущение одинаковой яркости может возникать при воздействии на глаз света различной длины волны. Ощущение равной громкости может быть вызвано тонами различной высоты. Одинаковый оттенок цвета может быть получен путем многих комбинаций различных цветов. Одинаковое качество телевизионного изображения может быть получено посредством вариации отдельных признаков его качества, например контраста и четкости.

## Методика эксперимента

В психофизике используются для определения условий эквивалентности следующие основные методы [2]: 1) метод установки, или метод средней ошибки; 2) метод минимальных значений; 3) метод постоянных раздражителей, или метод истинных и ложных случаев.

Метод установки заключается в том, что наблюдатель изменяет интенсивность раз-

дражителя до тех пор, пока субъективное восприятие всего раздражителя не будет соответствовать некоторому установленному значению.

В методе минимальных изменений экспериментатор изменяет величину раздражителя, а наблюдатель сигнализирует о восприятии этого раздражителя в соответствии с условиями опыта.

Метод истинных и ложных случаев состоит в том, что раздражители в случайном порядке сравниваются наблюдателем с некоторым фиксированным значением «стандартного» раздражителя.

Методика нашего эксперимента заключалась в следующем. С помощью описанной ниже установки на экране ВКУ создавалось телевизионное изображение в виде чередующихся вертикальных темных и светлых полос. Протяженность их вдоль строк была выбрана таким образом, чтобы зона перехода от темного к светлому была значительно меньше ширины полос, чем обеспечивалось уверенное установление переходного процесса. Наблюдатель располагался перед экраном ВКУ и сосредоточивал свое внимание на переходе между темными и светлыми полосами.

При использовании метода минимальных изменений экспериментатор изменял форму пограничной кривой яркости (изменялась величина выбросов и крутизна перехода) до тех пор, пока наблюдатель не начинал замечать изменение резкости. При использовании метода установки наблюдатель сам изменял форму пограничной кривой яркости.

Таким образом, представляя наблюдателю серию изображений с некоторой исходной резкостью, посредством вариации пограничной кривой яркости оказывалось возможным получить телевизионные изображения, визуально эквивалентные по резкости исходным.

При этом следует иметь в виду, что об условиях визуальной эквивалентности можно говорить лишь для конкретного расстояния наблюдения. Оптимальное расстояние рассматривания при разложении на 625 строк обычно составляет  $4 \div 8$  высот изображения [3]. В нашем эксперименте расстояние наблюдения принималось равным 3, 4, 5 высот изображения.

По данным Фокселла и Стивенса [4], определявшим остроту зрения по кольцам Ландольдта при изменении размера фона,

минимальное число наблюдателей, результаты которых могут быть приняты за средние результаты измерений, равно четырем. Определение резкости изображения относится к аналогичному классу визуальных измерений. Поэтому при определении пределов визуальной эквивалентности мы использовали не менее четырех наблюдателей.

### Экспериментальная установка

Общий вид установки показан на рис. 3, а ее блок-схема — на рис. 4. В качестве задающего генератора переходной характеристики использовался прибор ИПХ-1 с временем установления переходной характеристики 0,04 мксек (по уровням 0,1—0,9), скважностью, равной двум, и частотой повторе-

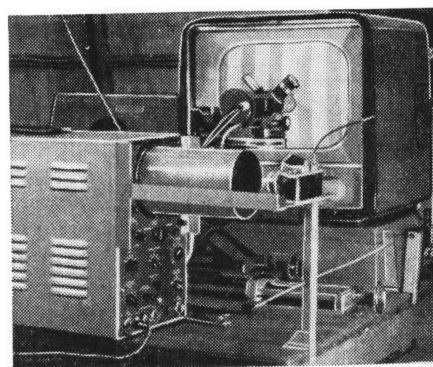


Рис. 3. Общий вид установки

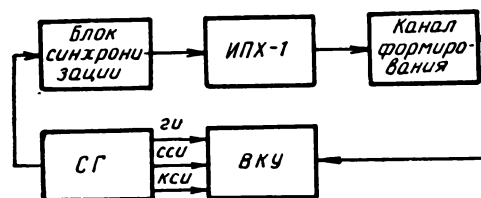


Рис. 4. Блок-схема установки

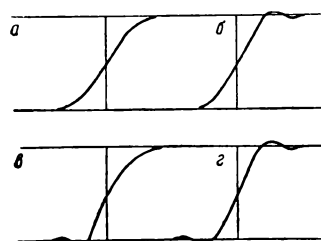


Рис. 5. Типы переходных характеристик



ния импульсов 93,7 кГц. Импульсы от ИПХ-1 подавались в канал формирования. Формирование переходных характеристик, различавшихся по времени установления и форме, осуществлялось при помощи электрических фильтров, являвшихся пассивными четырехполюсниками.

С выхода канала формирования импульсы подавались на ВКУ и наблюдались на его экране в виде чередующихся черно-белых полос равной ширины. Синхронизация задающего генератора ИПХ-1 и разверток ВКУ осуществлялась типовым синхрогенератором. Регистрация черно-белого перехода на экране ВКУ производилась прибором «свет-свет», который преобразует пограничную кривую яркости в переходную характеристику электрического сигнала, наблюдаемую на экране осциллографа ЭНО-1 [5].

По форме переходные характеристики можно разделить на четыре типа: а) монотонные (рис. 5, а); б) с колебаниями на вершине переходной характеристики (рис. 5, б); в) с колебаниями в начале переходной характеристики (рис. 5, в); г) с колебаниями в начале и на вершине переходной характеристики (рис. 5, г).

В общем случае характеристики типа а и г являются несимметричными.

Выражение для переходных характеристик на выходе четырехполюсника имеет вид [6]

$$u_{\text{вых}}(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(p) e^{pt} dp,$$

где:  $F(p) = F_1(p) \cdot k(p)$ ;  $F_1(p)$  — спектральная плотность входного сигнала;  $k(p)$  — коэффициент передачи четырехполюсника.

В зависимости от типа четырехполюсника данное выражение представляет собой монотонную функцию, либо такую же функцию с наложенными на нее затухающими колебаниями.

Блок-схема канала формирования изображена на рис. 6. Она включает каскад видеоусилителя с простой схемой коррекции и два катодных повторителя, нагрузкой которых могут служить активное сопротивление

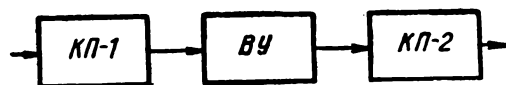


Рис. 6. Блок-схема канала формирования

или сменные пассивные четырехполюсники для формирования различных типов переходных характеристик.

Ввиду того что результирующая переходная характеристика телевизионных систем в большинстве случаев имеет вид монотонной функции или монотонной функции с наложенными на вершине затухающими колебаниями, в данном эксперименте исследовались кривые типа а и б (см. рис. 5). Их время установления соответствовало времени установления телевизионных систем.

В видеоконтрольном устройстве использовался кинескоп 43ЛК2Б. Видеоусилитель имел полосу пропускания 7,3 МГц. Результирующая переходная характеристика системы (пограничная кривая яркости, наблюдаемая на экране видеоконтрольного устройства) определялась переходными характеристиками канала формирования, видеоусилителя видеоконтрольного устройства и кинескопа 43ЛК2Б.

Вследствие того что время установления последних двух значительно меньше времени установления переходной характеристики канала формирования, результирующая переходная характеристика системы определялась переходной характеристикой канала формирования.

Для образования устойчивого изображения на экране ВКУ задающий генератор ИПХ-1 синхронизировался третьей гармоникой задающего генератора синхрогенератора.

### Результаты эксперимента

С помощью разработанного на кафедре телевидения ЛЭТИ имени В. И. Ульянова (Ленина) прибора «свет-свет» [5] на фотопленке регистрировались формы исходной и эквивалентной ей пограничных кривых яркости. Обработка проводилась в соответствии с [1] по методике, изложенной в [7]. Использовался фильм с семейством «нормальных» переходных характеристик, отличающихся только параметром  $p$ , т. е. масштабом по оси абсцисс. Фотография осциллограммы исследуемой переходной характеристики закреплялась на планшете фотоувеличителя. «Нормальная» характеристика из испытательного фильма проецировалась на фотографию экспериментально снятой осциллограммы.

Далее изменялся масштаб проекции фотоувеличителя до совмещения обеих харак-

теристик по вертикали. Затем отыскивалась в фильме «нормальная» кривая, которая в наибольшей мере удовлетворяла критерию визуальной эквивалентности [1] и по указанному в данном кадре фильма значению находилось соответствующее значение параметра  $p$ . Переходные характеристики «нормальной» телевизионной системы в фильме изменялись в пределах  $0,2 \leq p \leq 1,0$  через интервалы  $\Delta p = 0,025$ .

Таким образом, оказывалось возможным определять значения  $p_n$  и  $p_a$  соответственно для исходной и эквивалентных кривых.

Отношение  $\kappa = \frac{p_a}{p_n}$  является количественной мерой степени возможного изменения формы исследуемой кривой, при котором соблюдается условие визуальной эквивалентности.

Средние статистические данные измерений  $p_n$  и  $p_a$  для четырех квалифицированных наблюдателей приведены в таблице. Они

Расстояние наблюдения	Тип кривой	$p_n$	$3h$			$4h$			$5h$		
			$p_{a\text{ ср}}$	$\kappa$	$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sum \varepsilon_i}{n - \frac{1}{2}}$	$p_{a\text{ ср}}$	$\kappa$	$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sum \varepsilon_i}{n - \frac{1}{2}}$	$p_{a\text{ ср}}$	$\kappa$	$\sigma_{\text{ср}} = \frac{\sum \varepsilon_i}{n - \frac{1}{2}}$
	А	0,13	0,14	0,12	0,025	0,15	1,15	0,016	0,17	1,32	0,028
	Б	0,15	0,16	1,10	0,015	0,17	1,15	0,015	0,19	1,30	0,026
	В	0,17	0,18	1,09	0,013	0,20	1,16	0,007	0,22	1,29	0,021
	Г	0,20	0,22	1,09	0,007	0,23	1,16	0,010	0,25	1,25	1,017
Средние значения для четырех кривых		—	—	1,1	0,015	—	1,16	0,012	—	1,28	0,023

получены при исследовании четырех исходных кривых (А, Б, В, Г) для трех расстояний наблюдения ( $3h$ ,  $4h$  и  $5h$ ), где  $h$  — высота изображения. Из данных таблицы следует, что при расстоянии наблюдения  $3h$ , в среднем для всех типов кривых, визуальная эквивалентность соблюдается до значения  $\kappa_{\text{ср}} = 1,10$ . Расстоянию наблюдения  $H = 4h$  соответствует значение  $\kappa_{\text{ср}} = 1,16$ , а при  $H = 5h$   $\kappa_{\text{ср}} = 1,28$ . Зависимость  $\kappa_{\text{ср}} = f(H)$  приведена на рис. 7, а.

Рис. 7, б иллюстрирует изменения  $\kappa$  в зависимости от расстояния наблюдения  $H$  и типа формы кривой (А, Б, В, Г). Из него видно, что форма пограничной кривой яркости относительно мало сказывается на  $\kappa$ , тогда как изменение  $H$  приводит к существенному изменению  $\kappa$ .

Типы исследуемых форм и им эквивалентных пограничных кривых яркости показаны на рис. 8.

Степень разброса значений  $p_a$  для различных единичных измерений характеризуется в таблице величиной дисперсии, подсчитанной по приближенной формуле

$$\sigma_{\text{ср}} \simeq \frac{\sum \varepsilon_i}{n - \frac{1}{2}},$$

где:  $\varepsilon_i$  — отклонение единичного результата измерения от среднего значения;  $n$  — число измерений.

Таким образом, обработка результатов измерений показала, что отличие исход-

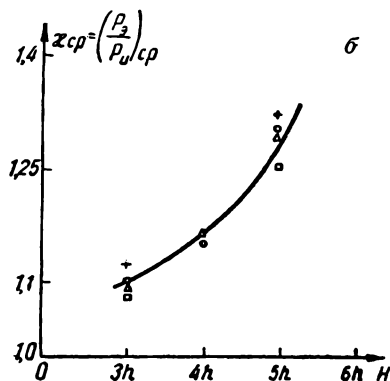
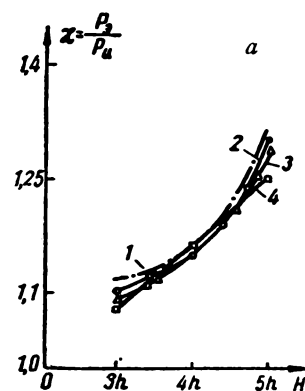
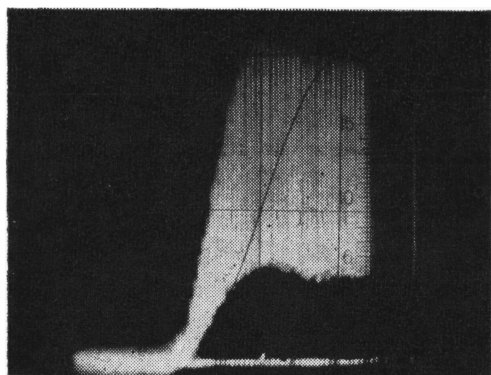
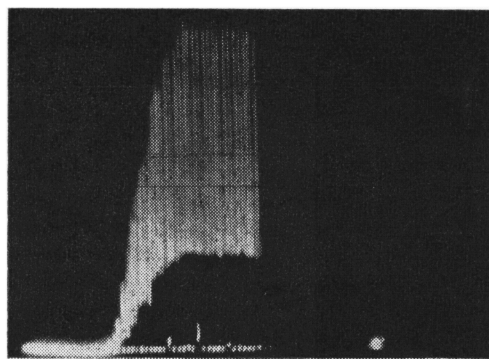


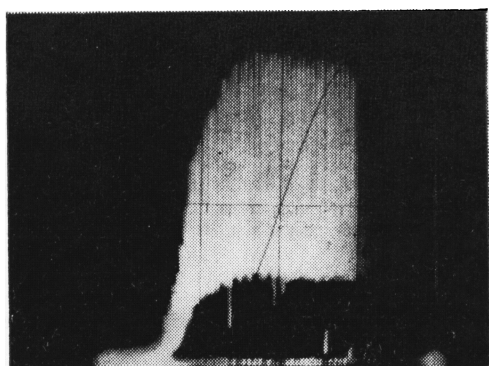
Рис. 7. Зависимость  $\kappa_{\text{ср}}$  (а) и  $\kappa$  (б) от расстояния наблюдения



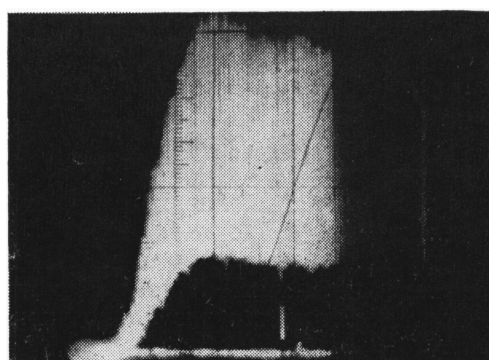
A



B

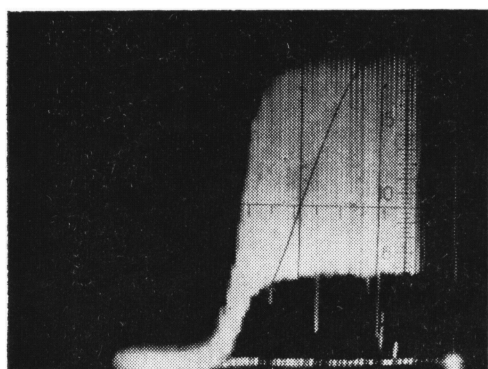


B

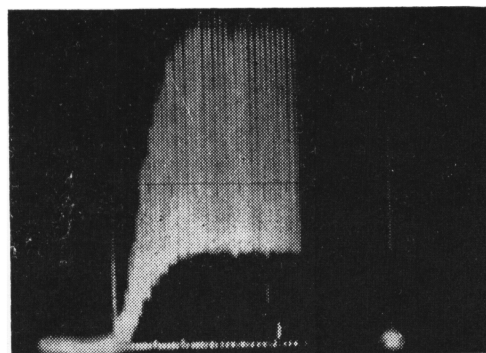


Г

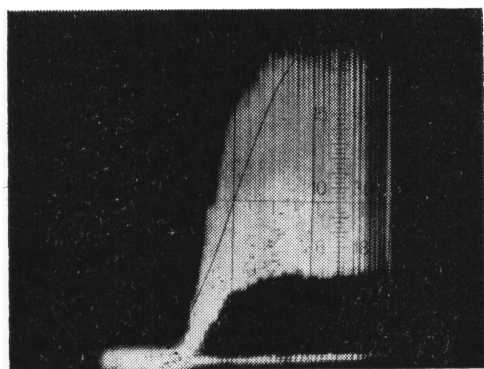
a



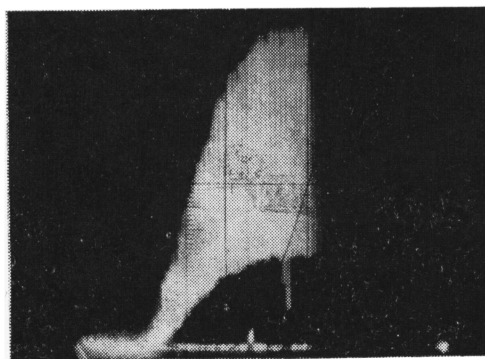
A



B



B



Г

б.

Рис. 8. Кривые типа А, Б, В, Г:  
а — исходные; б — эквивалентные

ной и эквивалентной кривых проявляется главным образом в их наклоне, т. е. крутизне и времени установления. При этом оказывается, что отношение  $\frac{P_{\Sigma}}{P_{и}}$  приблизительно соответствует отношению  $\frac{S_{\Sigma}}{S_{и}}$  средних крутизн исходной ( $S_{и}$ ) и ей эквивалентной ( $S_{\Sigma}$ ) кривых, определенных на уровне 0,1 — 0,9.

Так, например, для кривой типа А и расстояния наблюдения 4  $h$  оказалось

$$\frac{P_{\Sigma}}{P_{и}} = 1,15, \quad \frac{S_{\Sigma}}{S_{и}} \simeq 1,14.$$

### Выводы

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. При определенных условиях наблюдения различные пограничные кривые яркости могут восприниматься как визуально эквивалентные.

2. Уменьшение расстояния наблюдения приводит к уменьшению коэффициента  $\kappa$ .

3. Форма пограничных кривых яркости относительно мало влияет на мнение наблюдателей при установлении визуальной эквивалентности кривых.

4. Оказывается возможным использовать визуальную эквивалентность пограничных кривых яркости для оценки качества телевизионной передачи по критерию [1].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рыфтин Я. А., Техника кино и телевидения, 1953, № 6.
2. Stevens S. S., Handbook of Experimental Psychology, New York, London, 1951.
3. Jesty L. S., The Relation between Picture Size, Viewing Distance and Picture Quality, Proc. IEE, 1958, 105, IX, № 23.
4. Foxell C. A. P., Stevens W. R., Measurement of Visual Acuity Communication, 62, 1955.
5. Рыфтин Я. А., Эйсенгардт Г. А., Семенов В. Н., Техника кино и телевидения, 1964, № 11.
6. Лурье О. Б., Усилители видеочастоты, «Советское радио», 1962.
7. Эйсенгардт Г. А., Техника кино и телевидения, 1965, № 4.

*Ленинградский электротехнический институт имени В. И. Ульянова (Ленина)*

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ ЯРКОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

621.397.62

Показаны возможности простейшей системы АРЯ. Исследована система АРЯ с фиксирующим диодом. Получены соотношения для расчета переходных и установившихся процессов в схеме. Введены характеристики для оценки качества работы схемы. Показано, что только при одном положении потенциометра регулировки яркости будет поддерживаться постоянство яркости черного при изменении размаха сигнала. Получены формулы для расчета оптимального режима работы системы АРЯ с фиксирующим диодом.

В современных телевизионных приемниках отсутствуют переходные конденсаторы между видеодетектором и управляющим электродом кинескопа, вследствие чего обеспечивается сохранение средней (постоянной) составляющей телевизионного сигнала. Поэтому при сохранении динамического диапазона сигнала яркость черного на кинескопе меняться не будет. Если же размах сигнала изменится, то положение уровня черного на модуляционной характеристике кинескопа тоже изменится, т. е. яркость, соответствующая черному, уже будет другая.

Размах сигнала меняется при регулировке контрастности, некоторое изменение уровня имеется также из-за неточной работы системы АРУ телевизионного приемника (или отсутствия системы АРУ).

На рис. 1 изображены графики, поясняющие процессы, происходящие в электрическом тракте телевизионного приемника, когда меняется характер передаваемого изображения (количество белого и черного). Первое типовое изображение представляет

собой черную полосу на белом фоне, а второе — белую полосу на черном фоне. Предполагается, что после видеодетектора переходные конденсаторы отсутствуют и размах сигнала остается неизменным. Модулированные колебания изображены на рис. 1, а, а сигналы на выходе детектора — на рис. 1, б. Каждый из продетектированных сигналов может быть представлен в виде суммы постоянной и переменной составляющих.

Если на управляющий электрод кинескопа подается постоянное смещение (потенциометр регулировки яркости подключен непосредственно к источнику анодного напряжения, рис. 2), то первый и второй сигналы расположатся относительно модуляционной характеристики кинескопа таким образом, что уровни черного и белого первого и второго сигналов совпадут (рис. 3). Поэтому если размах сигнала остается постоянным, то при смене передаваемых изображений (первого на второе; см. рис. 1) яркость черного и белого изменяться не будет. При регулировке контрастности размах сигнала изменится, а это приведет к изменению яркости черного.

Осциллограммы на рис. 1, в иллюстрируют процессы в электрическом тракте при увеличении размаха сигнала.

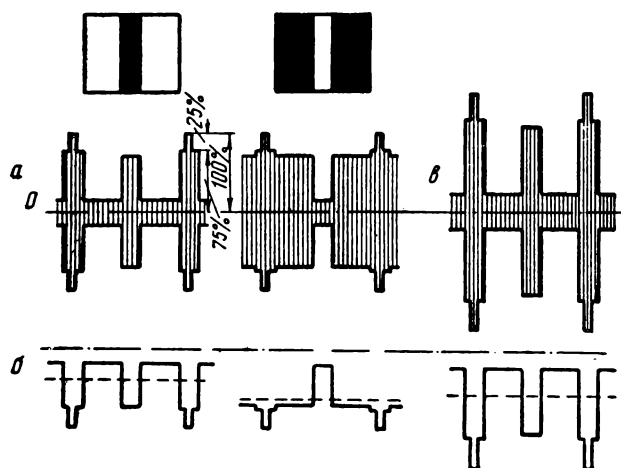


Рис. 1

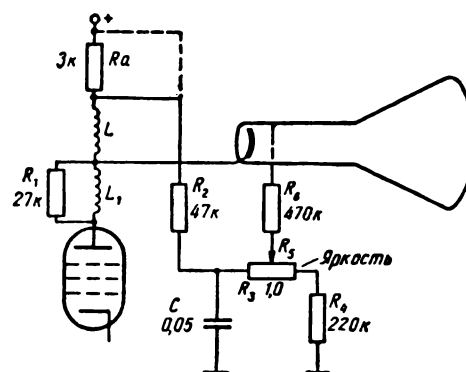
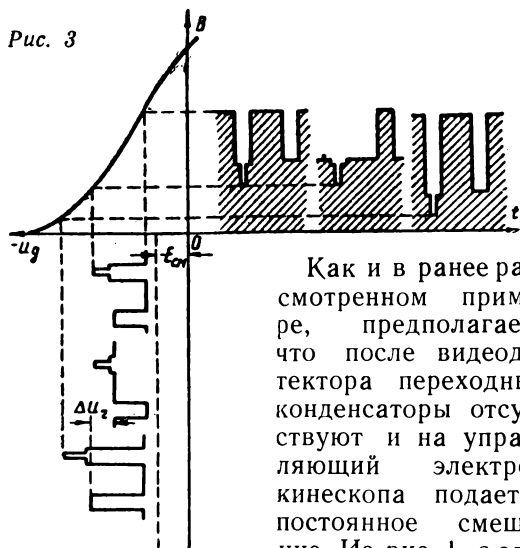


Рис. 2



Как и в ранее рассмотренном примере, предполагаем, что после видеодетектора переходные конденсаторы отсутствуют и на управляющий электрод кинескопа подается постоянное смещение. Из рис. 1, в следует, что в увели-

ченном по размаху сигнале уровень черного увеличивается, а это приводит к уменьшению яркости черного  $B_{\text{ч}}$  (см. рис. 3). Для получения прежнего значения яркости черного необходимо изменить величину смещения на управляющем электроде кинескопа, т. е. произвести регулировку яркости.

Таким образом, если в телевизионных приемниках отсутствует система АРЯ, то при регулировке «контрастности» необходимо производить и регулировку «яркости», добиваясь постоянства яркости черного.

Система АРЯ служит для автоматического поддержания яркости черного при изменении размаха сигнала.

Будем оценивать системы АРЯ, сравнивая их возможности по поддержанию яркости черного со схемой, в которой потенциометр регулировки яркости непосредственно подключен к источнику анодного питания (см. рис. 2; пунктирная линия).

Простейшая схема АРЯ, применяемая в телевизионных приемниках «Рубин», «Радий», изображена на рис. 2.

Сначала рассмотрим, как работает схема при сохранении размаха сигнала и изменении содержания передаваемого изображения (белого и черного в изображении).

Как было показано ранее, в телевизионном приемнике яркость черного  $B_{\text{ч}}$  и белого  $B_{\text{б}}$  не изменяется при изменении содержания передаваемого изображения в том случае, когда в электрическом тракте приемника после видеодетектора отсутствует переходный конденсатор, сохраняется постоянным

размах сигнала и потенциометр регулировки яркости подсоединен непосредственно к источнику анодного питания, т. е. когда подаваемое на кинескоп смещение не изменяется.

В рассматриваемой схеме потенциометр регулировки яркости подсоединен к анодной нагрузке видеоусилителя, поэтому при передаче различных изображений из-за изменения средней составляющей сигнала напряжение на потенциометре регулировки яркости также изменится.

Например, если напряжение на аноде видеоусилителя увеличивается, то это приводит к увеличению напряжения на катode и управляющем электроде кинескопа, что эквивалентно компенсации (устранению) средней составляющей сигнала.

При максимальной яркости (левое положение движка потенциометра РЯ; рис. 2) степень компенсации наибольшая, так как коэффициент передачи потенциометра РЯ

$$K = \frac{R_5 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5}$$

будет максимальный, а при минимальной яркости степень компенсации наименьшая.

При изменении размаха сигнала простейшая система АРЯ немного уменьшает различие яркостей черного по сравнению со случаем, когда на управляющий электрод кинескопа подается постоянное смещение (см. рис. 2), но не обеспечивает постоянства яркости черного. Действительно, при посто-



янном смещении на управляющем электроде кинескопа за счет изменения размаха сигнала уровень черного сигнала изменится на величину  $\Delta U'_{\text{ч}}$  (см. рис. 3).

В простейшей системе АРЯ при изменении размаха

сигнала происходит изменение смещения. Так как коэффициент передачи потенциометра РЯ меньше единицы, то полной компенсации постоянной составляющей сигналов не произойдет, но все же сигнал большего размаха сдвинется на большую величину относительно линии постоянного смещения (рис. 4) и изменение уровня черного сигнала  $\Delta U'_ч$  будет меньше  $\Delta U_ч$  (см. рис. 3).

Рассмотренная схема очень несовершенна, так как ухудшает качество изображения при изменении его содержания (количество черного и белого в изображении) и лишь незначительно уменьшает различие яркостей черного при изменении размаха сигнала.

### Система АРЯ с фиксирующим диодом

Изображенная на рис. 5 схема АРЯ применена в телевизионном приемнике «Сигнал». В состав схемы входят фиксирующий диод  $D_{3-1}$  и конденсатор  $C_{3-2}$ . Принцип ее действия основан на приведении потенциала верхней обкладки конденсатора  $C_{3-2}$  к максимальному уровню телевизионного сигнала (уровню синхроимпульсов).

При отсутствии сигнала напряжение на  $R_{7-18}$  устанавливается равным анодному напряжению видеосуилителя. Конденсатор  $C_{3-2}$  заряжается от источника анодного напряжения через потенциометр регулировки яркости  $R_{7-18}$ . Диод  $D_{3-1}$  откроется тогда, когда напряжение на  $R_{7-18}$  будет равно анодному напряжению. Так как  $U_1 = E_a - U_c$ , то  $U_1 = U_a$  при  $U_c = U_{R_{3-2}}$ . Таким образом, к потенциометру РЯ приложено анодное напряжение. От положения движка потенциометра зависит разность потенциалов между сеткой и катодом кинескопа, т. е. яркость свечения экрана при отсутствии сигнала.

Если бы конденсатор  $C_{3-2}$  был включен на корпус, то в момент включения телевизора, когда лампа видеосуилителя еще не накалилась и не проводит тока, напряжение,

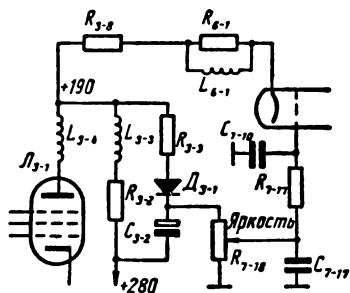


Рис. 5

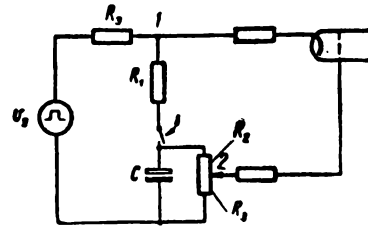


Рис. 6

приложенное к конденсатору, равнялось бы напряжению источника питания (250—300 в). Соответственно следовало бы выбрать рабочее напряжение конденсатора  $C_{3-2}$ . При подключении к плюсовому проводу источника питания до прогрева лампы видеосуилителя к конденсатору приложено напряжение, равное нулю. Это позволяет использовать низковольтный конденсатор  $C_{3-2}$ .

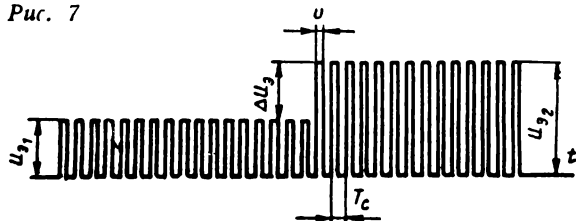
Внутреннее сопротивление источника анодного питания достаточно мало, поэтому процессы в схеме будут протекать одинаково при обоих включениях конденсатора.

Если на вход видеосуилителя подается телевизионный сигнал, то в моменты поступления синхроимпульсов в анодной цепи будут максимальные перепады напряжения, открывающие фиксирующий диод  $D_{3-1}$ . Схему рис. 5 можно изобразить в виде эквивалентной ключевой схемы рис. 6. Ключ имитирует работу фиксирующего диода. При приходе синхроимпульсов диод открывается, что соответствует замыканию ключа, а при отсутствии синхроимпульсов происходит запираение диода, соответствующее размыканию ключа. Длительность замыкания ключа равна длительности синхроимпульсов. Система АРЯ с фиксирующим диодом работает так же, как и неуправляемая схема фиксации уровня [3]. При изменении размаха сигнала, например при увеличении, в моменты прихода синхроимпульсов (ключ замыкается) образуется цепь заряда конденсатора с малой постоянной времени  $\tau_{зар} = C(R_2 + R_1)$ , а при отсутствии синхроимпульсов фиксирующий диод запирается напряжением на конденсаторе  $C$  (ключ размыкается), причем конденсатор  $C$  немного разряжается в цепи с большой постоянной времени  $\tau_{разр} = C(R_2 + R_3)$ .

Через некоторое время после изменения размаха сигнала наступает стационарный режим, при котором напряжение на конденсаторе  $C$  достигает величины, близкой к величине размаха телевизионного сигнала.



Рис. 7



Найдем основные соотношения, позволяющие качественно и количественно оценить систему АРЯ с фиксирующим диодом. Скачкообразному изменению уровня телевизионного сигнала соответствует скачкообразное изменение напряжения эквивалентного генератора. Упрощенно изобразим сигнал в виде прямоугольных импульсов рис. 7. Возможно увеличение и уменьшение уровня синхроимпульсов относительно исходного установившегося значения. Так как для фиксации уровня используется диод, обладающий односторонней проводимостью, то переходные процессы в схеме фиксации при увеличении и уменьшении уровня синхроимпульсов будут протекать различно. Длительность переходного процесса при уменьшении уровня определяется постоянной времени разряда конденсатора  $C$  (ключ разомкнут; рис. 6), а при увеличении зависит как от параметров цепи заряда, так и от параметров цепи разряда, причем при увеличении уровня постоянная времени меньше, чем при уменьшении.

Пусть в момент времени  $t = 0$  высота синхроимпульсов стала  $U_{\Delta 2} = U_{\Delta 1} + \Delta U_{\Delta}$  (см. рис. 7), а до этого в цепи был установившийся режим и напряжение на конденсаторе  $C$  при  $t = 0$  равнялось  $U_c(0)$ . В цепи  $R$  с ненулевыми начальными условиями (см. рис. 8) при замыкании ключа напряжение на конденсаторе будет равно

$$u_c = U_{\Delta 2} \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) + U_c(0) e^{-\frac{t}{RC}}.$$

В интервалах между импульсами происходит разряд конденсатора в цепи с постоянной времени  $(R_2 + R_3)C \gg RC$ .

Определим напряжение  $U_c$  в схеме АРЯ

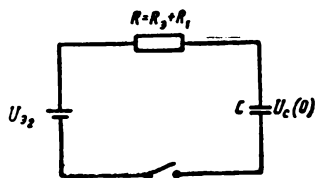


Рис. 8

в дискретные моменты времени  $\delta$ ,  $T_c$ ,  $T_c + \delta$ ,  $2T_c$  (см. рис. 7).

При  $t = \delta$

$$U_c(\delta) = U_{\Delta 2} \left( 1 - e^{-\frac{\delta}{RC}} \right) + U_c(0) e^{-\frac{\delta}{RC}};$$

при  $t = T_c$

$$U_c[T_c] = U_{\Delta 2} \left( 1 - e^{-\frac{\delta}{RC}} \right) e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}} + U_c(0) e^{-\frac{\delta}{RC}} e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}}.$$

Обозначая  $a = 1 - e^{-\frac{\delta}{RC}}$ ;

$b = e^{-\frac{\delta}{RC}} e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}}$ ,  $R_n = R_3 + R_2$  (рис. 6) получаем

$$U_c[T_c] = U_{\Delta 2} \cdot a e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}} + U_c(0) b.$$

При  $t = T_c + \delta$

$$U_c[T_c + \delta] = U_{\Delta 2} a + U_{\Delta 2} ab + U_c(0) b e^{-\frac{\delta}{RC}}.$$

При  $t = 2T_c$

$$U_c[2T_c] = U_{\Delta 2} a e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}} + U_{\Delta 2} a b e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C}} + U_c(0) b^2.$$

При  $t = 2T_c + \delta$

$$U_c[2T_c + \delta] = U_{\Delta 2} a + U_{\Delta 2} ab + U_{\Delta 2} ab^2 + U_c(0) b^2 e^{-\frac{\delta}{RC}}.$$

При  $t = nT_c + \delta$

$$u_c[nT_c + \delta] = U_{\Delta 2} a + U_{\Delta 2} ab + \dots + U_{\Delta 2} ab^n + U_c(0) b^n e^{-\frac{\delta}{RC}}.$$

$$u_c[nT_c + \delta] = U_{\Delta 2} a \sum_{m=0}^n b^m + U_c(0) b^n e^{-\frac{\delta}{RC}}. \quad (1)$$

В формуле (1) первое слагаемое является суммой геометрической прогрессии, причем знаменатель прогрессии  $b < 1$ . Раскрывая первое слагаемое по формуле суммы геометрической прогрессии, находим формулы для напряжения на конденсаторе  $C$  в дискретные моменты времени:

$$u_c[nT_c + \delta] = U_{\Delta 2} a \frac{1 - b^{n+1}}{1 - b} + U_c(0) e^{-\frac{\delta}{RC}} b^n; \quad (2)$$

$$u_c[(n+1)T_c] = U_a e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C} \frac{1 - b^{n+1}}{1 - b}} + U_c(O) b^{n+1}. \quad (3)$$

Для определения установившегося напряжения  $U_c[\infty]$  устремим количество периодов к бесконечности  $n \rightarrow \infty$ , тогда формулы (2), (3) примут вид

$$U_c[\infty + \delta] = U_a \frac{1}{1 - b}; \quad (4)$$

$$U_c[\infty] = U_e^{-\frac{T_c - \delta}{R_n C} \frac{a}{1 - b}}. \quad (5)$$

Полученные формулы (2) и (3) позволяют рассчитать переходный процесс в системе АРЯ, возникающий при изменении размаха телевизионного сигнала, а выражения (4) и (5) характеризуют режим, установившийся в системе.

В качестве характеристик системы АРЯ с фиксирующим диодом можно принять:

- а) скорость срабатывания системы;
- б) точность регулировки яркости.

Скорость срабатывания системы будем оценивать длительностью переходного процесса  $t_{\text{пер}}$ , возникающего при скачкообразном изменении размаха сигнала. Будем считать, что переходный процесс закончится, когда напряжение на конденсаторе достигнет 90% установившейся величины.

Как ранее было показано, скорости срабатывания системы при увеличении и при уменьшении размаха сигнала различны.

Для определения длительности переходного процесса при увеличении размаха сигнала составим уравнение, в левой части которого будет  $0,9U_c[\infty + \delta]$  (90% установившегося значения), а в правой части  $U_c[nT_c + \delta]$ .

$$0,9U_c[\infty + \delta] = u_c[nT_c + \delta].$$

Подставляя вместо  $U_c[\infty + \delta]$  и  $u_c[nT_c + \delta]$  их значения (4), (2), получим

$$0,9U_a \frac{1}{1 - b} = U_a \frac{1 - b^{n+1}}{1 - b} + U_c(O) e^{-\frac{\delta}{R_n C} b^n}. \quad (6)$$

Решая (6) относительно  $n$ , найдем

$$n = \frac{\lg 0,1 \frac{U_a}{1 - b} - \lg \left[ \frac{U_a}{1 - b} b - U_c(O) e^{-\frac{\delta}{R_n C}} \right]}{\lg b}. \quad (7)$$

Зная период следования синхроимпульсов  $T_c$ , можно найти длительность переходного процесса в секундах:

$$t_{\text{пер}} = nT_c.$$

При уменьшении размаха сигнала диод начнет проводить (ключ начнет работать) лишь тогда, когда напряжение на обклад-

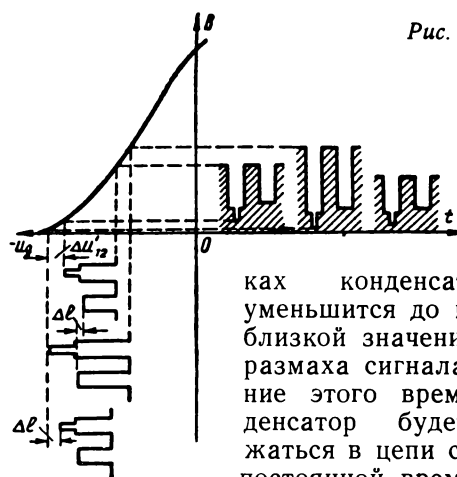


Рис. 9.

ках конденсатора  $C$  уменьшится до величины, близкой значению нового размаха сигнала. В течение этого времени конденсатор будет разряжаться в цепи с большой постоянной времени

$$U_9 e^{-\frac{t}{R_n C}} = U_{91}.$$

Отсюда

$$t'_{\text{пер}} = \frac{R_n C \lg \frac{U_9}{U_{91}}}{0,434}. \quad (8)$$

При  $\frac{U_9}{U_{91}} = 1,5$ ;  $R_n = R_2 + R_3 = 2,5 \text{ мгом}$ ;  $C = 1 \text{ мкф}$  время переходного процесса будет равно  $1 \text{ сек}$ . Отсюда можно сделать вывод, что система имеет малую скорость срабатывания, т. е. обладает большой инерционностью.

Рассмотрим вторую характеристику системы АРЯ — точность регулировки яркости.

Точность регулировки яркости будем оценивать величиной ошибки  $\Delta e$  (рис. 9), которая определяет степень несовпадения уровня черного после изменения размаха сигнала.

Для определения  $\Delta e$  найдем напряжение между точками 1—2 схемы рис. 6 в момент поступления синхроимпульсов.

$$U_{12} = \frac{U_c}{R_2 + R_3} R_2 + \frac{U_9 - U_c}{R_9 + R_1} R_1.$$

Подставив в выражение  $U_{12}$  значение  $U_c$  (4), получим

$$U_{12} = \left[ \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{a}{1-b} + \left( 1 - \frac{a}{1-b} \right) \frac{R_1}{R_3 + R_1} \right] U_3.$$

Если в формулу  $U_{12}$  подставить значения

$$a = 1 - e^{-\frac{\delta}{(R_3 + R_1)C}} \\ \text{и } b = e^{-\frac{\delta}{(R_3 + R_1)C}} e^{-\frac{T_c - \delta}{(R_3 + R_3)C}}$$

и разложить экспоненциальные члены в ряд, ограничившись первыми членами разложения ввиду того, что показатели степени значительно меньше единицы, то после некоторых преобразований получим

$$U_{12} = \left[ R_2 \frac{\gamma_1}{\gamma_1 (R_2 + R_3) + R_3 + R_1} + \frac{R_1}{R_3 + R_1 + \gamma_1 (R_2 + R_3)} \right] U_3, \quad (9)$$

где

$$\gamma_1 = \frac{\delta}{T_c - \delta} \quad (\text{см. рис. 7}).$$

При изменении размаха сигнала до величины  $U_{\Delta 2}$  пропорционально изменится напряжение  $U_{12}$ .

$$U'_{12} = \left[ R_2 \frac{\gamma_1}{\gamma_1 (R_2 + R_3) + R_3 + R_1} + \frac{R_1}{R_3 + R_1 + \gamma_1 (R_2 + R_3)} \right] U_{\Delta 2}. \quad (10)$$

Величину изменения уровня синхрои́мпульсов  $\Delta U'_{12}$  при изменении размаха сигнала (см. рис. 9) можно подсчитать по формуле

$$\Delta U'_{12} = \Delta U_3 \left[ R_2 \frac{\gamma_1}{\gamma_1 (R_2 + R_3) + R_3 + R_1} + \frac{R_1}{R_3 + R_1 + \gamma_1 (R_2 + R_3)} \right]. \quad (11)$$

Из найденной формулы видно, что на изменение уровня синхрои́мпульсов влияют параметры системы АРЯ, в частности сопротивление  $R_2$  (положение движка потенциометра РЯ; рис. 6).

С изменением размаха сигнала пропорционально изменяются все его элементы — синхрои́мпульсы, гасящие импульсы, видеосигнал. Поэтому даже если бы система АРЯ обеспечивала фиксацию вершин синхрои́мпульсов к заданному постоянному уровню, это не означало бы, что яркость черного изображения будет оставаться постоянной. Уровень черного изображения меньше уровня синхрои́мпульсов на величину, равную 30% полного размаха сигнала рис. 10, а.

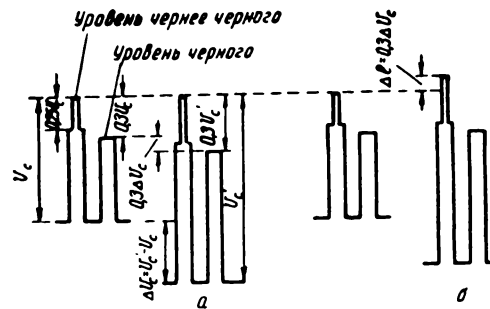


Рис. 10

Поэтому при изменении размаха сигнала на  $\Delta U_3 = \Delta U_c$  (см. рис. 10, а) уровень черного изображения при фиксации вершин синхрои́мпульсов к постоянному уровню «сползет» на величину  $0,3\Delta U_3$ .

Для сохранения постоянства уровня черного изображения необходимо, чтобы вершины синхрои́мпульсов сместились на эту величину при изменении размаха сигнала (рис. 10, б, рис. 9).

Можем найти такую величину  $R_2$  (положение движка потенциометра РЯ), при которой с изменением размаха сигнала на  $\Delta U_3$  будет автоматически изменяться сдвиг между вершинами синхрои́мпульсов на величину  $\Delta e = \Delta U'_{12} = 0,3\Delta U_3$ , т. е. автоматически поддерживаться постоянство уровня черного изображения. Подставим в формулу (11)  $\Delta U'_{12} = 0,3\Delta U$  и решим уравнение относительно  $R_2$ :

$$0,3\Delta U_3 = \Delta U_3 \frac{\gamma_1 R_2 + R_1}{R_3 + R_1 + \gamma_1 (R_2 + R_3)}; \\ R_2 = \frac{0,3 [R_3 + R_1 + \gamma_1 (R_2 + R_3)] - R_1}{\gamma_1}.$$

При  $R_{\Pi} = R_2 + R_3 = 2,5 \text{ мгом}$ ;  $\gamma_1 = 0,087$ ;  $R_3 = 3 \text{ ком}$ ;  $R_1 = 6,8 \text{ ком}$ ;  $R_2$  равно 715 ком.

Таким образом, при положении движка потенциометра, соответствующем  $R_2 = 715 \text{ ком}$  (см. рис. 6), с изменением размаха сигнала яркость черного будет сохраняться постоянной. При других положениях движка яркость черного с изменением размаха сигнала будет меняться, причем изменение яркости будет тем больше, чем больше отличается  $R_2$  от найденного значения (715 ком).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нейман В. Е., Певзнер И. М., Новое в технике приема телевидения, «Энергия», 1964.
2. Ельашкевич С. А., Справочник по телевизионным приемникам, «Энергия», 1964.
3. Щелованов Л. Н., Техника кино и телевидения, 1961, № 4.

# ЮСТИРОВКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТИВОВ ШМИДТА

Рассмотрена методика юстировки и исследования объективов Шмидта.

## Введение

Задачи увеличения телевизионного изображения и проецирования его на экраны, существенно большие по сравнению с экранами кинескопов, с успехом могут решаться с помощью объектива Шмидта (рис. 1). Он состоит из вогнутого сферического зеркала 2 и корректирующей пластины 3 с асферическим профилем. Телевизионное изображение с экрана кинескопа 1 проецируется объективом Шмидта на большой экран 4 с необходимым увеличением. Сферическая aberrация, которую вносит сферическое зеркало 2, компенсируется корректирующей пластинкой 3. Ввиду того что центр входного зрачка системы совмещен с центром кривизны зеркала, кома и астигматизм устраняются автоматически.

Хроматизм и aberrации широких наклонных пучков в объективе Шмидта устранить не удастся. Это сильно снижает контраст изображения в мелких деталях.

Так как относительное отверстие объективов Шмидта значительно (до  $1:0,65$ ), то на экранах удается получить хорошую освещенность (эту же задачу решить с помощью линзового объектива не представляется возможным). Несколько снижает физическую светосилу свойственное объективам Шмидта виньетирование — неизбежное явление для зеркально-линзового объектива Шмидта.

Несмотря на перечисленные недостатки, объектив Шмидта применяется в телевизионных проекторах и отвечает предъявляемым к нему техническим требованиям.

В работе [1] приведены характеристики ряда объективов Шмидта, рассчитанных для телевизионных проекторов с проекционными кинескопами типа «Фреза» и «Фот». Некоторые из этих объективов были построены и испытаны.

Типовая конструкция телевизионного проектора с объективом Шмидта показана на рис. 2 и 3, где 6 — цилиндрический корпус; 7 — крышка; 8 — кожух; 9 — корпус-коробка; 10 — платформа с поворотным-подъемным устройством; 11 — оправа кор-

ректирующей линзы; 12 — кинескоп; 13 — поджимное устройство зеркала; 14 — сопло воздушной установки; 15 — держатель кинескопа; 16 — хомут; 17 — юстировочное устройство кинескопа; 18 — винт; 19 — головка с накаткой; 20 — размыкатель; 21 — крышка.

В приведенной конструкции обеспечена возможность юстировки оптических элементов проектора, в результате чего удается добиться удовлетворительного качества изображения при достаточно равномерной яркости изображения.

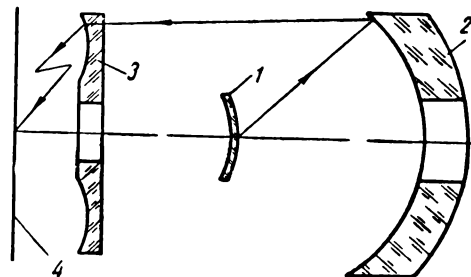


Рис. 1

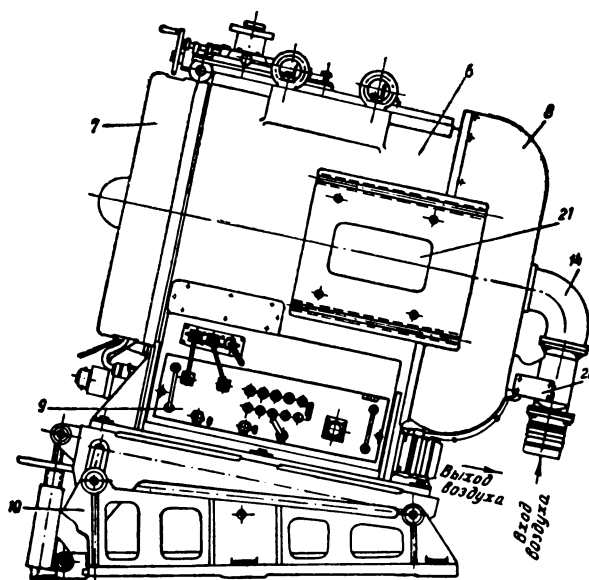


Рис. 2

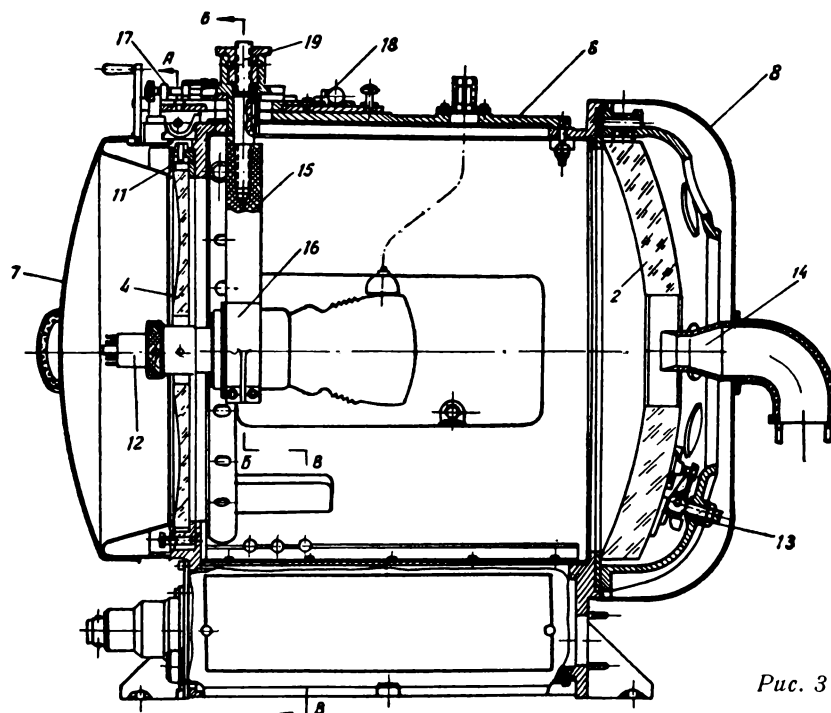


Рис. 3

#### Вспомогательные приборы для юстировки и исследований объективов Шмидта

При юстировке объектива оптические элементы системы приводят в соответствие с расчетными данными и допусками. В результате должно быть достигнуто необходимое качество изображения при определенных светотехнических характеристиках. Юстируя объектив, необходимо устранить все допущенные при сборке децентровки и неточности.

Задача исследования объектива Шмидта состоит в определении светотехнических характеристик объектива — освещенности в центре и на краю поля зрения, равномерности освещенности, а также в выяснении разрешающей способности и качества изображения. Под качеством изображения здесь следует понимать контрастность изображения в крупных и мелких деталях; следует сразу же оговориться, что для объектива Шмидта эта задача весьма сложна и может решаться приблизительно. Однако в первом приближении по данным рассмотренных ниже измерений контрастности изображения можно судить о сравнительном качестве изображения разных образцов объективов Шмидта.

Ввиду того что корректирующая пластина Шмидта компенсирует сферическую aberrацию зеркала, одним из основных приборов, необходимых для юстировки объектива Шмидта, является так называемый точечный источник света. На рис. 4 изображена схема такого прибора. Источник света 1 (желательно применить лампу типа СВДШ) обеспечивает большой световой поток, который конденсором 2 направляется на сменные диафрагмы (весьма малые круглые отверстия) 3. Микрообъектив 4 создает уменьшенное во много раз изображение этих отверстий в плоскости 5.

В качестве микрообъектива, например, может быть использован высокоапертурный апохромат  $20 \times 0,65$ . Большая апертура объектива необходима для обеспечения охвата всей апертуры объектива Шмидта, величина которой, как известно, весьма значительна (до  $1 : 0,65$ ). Большое увеличение микрообъектива нужно для создания маленькой светящейся точки (порядка нескольких сотых миллиметра). Чтобы получить достаточную яркость этой точки, требуется мощный источник света.

Взаимная установка экрана и объектива Шмидта, а также грубая центровка зер-

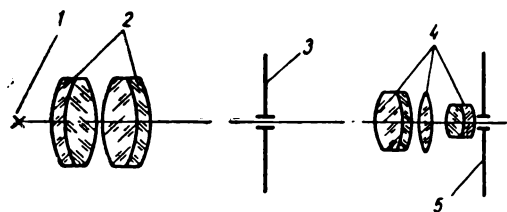


Рис. 4

кала и корректирующей пластины, обеспечивающие с небольшой точностью совпадение геометрической и оптической осей проектора, ведутся с помощью зрительной трубы с сеткой нитей и перекрестьем. Для этих работ очень удобно использовать теодолит. Зрительная труба, фокусное расстояние объектива которой должно быть небольшим, должна обеспечивать ближнее расстояние фокусировки не более 1 м. Труба может быть как с внутренней, так и с внешней фокусировкой. Основное требование к ней — это малое ближнее расстояние фокусирования.

Для проверки качества юстировки объектива Шмидта и исследования его оптических и светотехнических свойств применяется прибор, представляющий собой оптико-механическую имитацию кинескопа, используемого в проекционном устройстве. На рис. 5 изображена схема имитатора кинескопа, где: 1 — наружное стекло — деталь кинескопа, на внутренней поверхности которой наносится телевизионная таблица или мира; 2 — молочное стекло, обеспечивающее рассеянный свет; 3 — лампы накаливания.

Внешние габариты имитатора кинескопа должны с достаточной точностью соответствовать габаритам кинескопа. Это обстоятельство оказывается существенным при исследовании светотехнических характеристик проекционного устройства, так как ки-

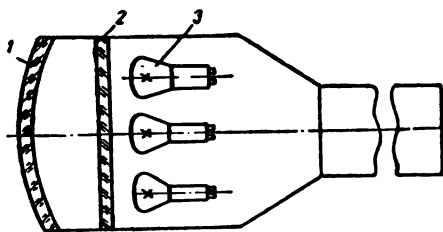


Рис. 5

нескоп достаточно сильно виньетировать пучки света, отраженные от зеркала. Тип ламп накаливания и их местоположение в имитаторе определяют яркость свечения деталей прибора, имитирующих экран кинескопа. Желательно добиться хорошей равномерности яркости по всему экрану имитатора ( $\sim 90\%$ ), что соответствует светотехническим свойствам экранов кинескопов.

Так как тест-таблицы и миры наносятся на дно имитатора кинескопа фотографическим путем, целесообразно предусмотреть охлаждение ламп накаливания и экрана.

Градуировка имитатора по яркости и ее равномерности проводится обычно на фотометре типа ВФМ-57, предназначенном для измерения яркостей экранов электронно-лучевых трубок. Этот прибор обеспечивает измерение яркостей до  $5 \cdot 10^6$  нт при погрешности, не превышающей 4%.

На стекле имитатора фотографическим путем наносятся телевизионная тест-таблица или штриховые миры в центре экрана и на его краях. Частота штрихов миры обычно не превышает 30 лин/мм. При изготовлении миры следует обращать внимание на ее контраст и исследовать контрастность на одном из приборов, предназначенных для этих целей, например на микрофотометре типа МФ-2. Необходимо добиваться максимального контраста миры. Последний зависит от технологического процесса ее изготовления.

При исследовании объектива Шмидта и изображения, создаваемого им на большом экране, разрешающая способность определяется визуально.

Освещенность большого экрана в разных точках поля зрения может определяться обычным люксметром, например типа Ю-16.

Следует заметить, что некоторые проекционные кинескопы имеют специфический спектральный состав излучаемого света, поэтому при исследовании освещенности на экране следует применять специально разработанные люксметры с корректирующими фильтрами (под кривую видности глаза).

Особый интерес представляет проблема исследования контрастности изображения, создаваемого объективом Шмидта на большом экране.

Здесь необходимо заметить, что из-за значительных аберраций широких наклонных пучков система Шмидта не способна передать изображение с высоким контрастом.

Измерение контраста изображения с высокой степенью точности представляет собой весьма сложную задачу. Однако может быть предложен простой практический способ сравнительного анализа контрастности изображения, создаваемого разными образцами объективов Шмидта.

Прибор представляет собой соединенный с микроамперметром селеновый фотоэлемент с щелью размером  $1 \times 20$  мм. При измерении щель устанавливается на темные и светлые участки штрихов миры на большом экране, а отсчеты по микроамперметру характеризуют (в условных единицах) степень контрастности изображения.

### Юстировка объектива Шмидта

При юстировке объектива Шмидта преследуется та же задача, что и при юстировке любого оптического прибора: совмещение оптических осей элементов объектива с общей оптической осью — осью оптического прибора. В предварительно собранном объективе Шмидта (без корректирующей пластины и имитатора кинескопа) определяется механическая ось, т. е. геометрическая ось корпуса объектива (рис. 6). С этой целью в местах, отмеченных на рис. 6, натягиваются перекрещивающиеся нити.

Со стороны отверстия в зеркале на штативе устанавливается теодолит так, чтобы визирная ось его зрительной трубы проходила через перекрестья 1 и 2, и это положение фиксируется. Затем, перемещая зеркало в вертикальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях, доби-

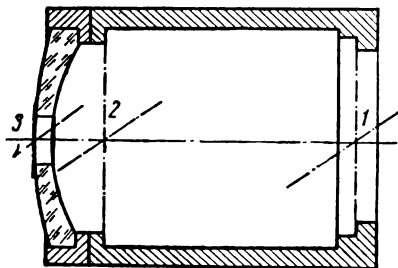


Рис. 6

ваются того, чтобы перекрестье 3 также попало на визирную ось зрительной трубы теодолита. Эти операции необходимы, чтобы исключить перекося оптической оси объектива Шмидта относительно геометрической оси корпуса и облегчить дальнейшую юстировку.

Используя точечный источник света, устанавливают его на оси объектива так, чтобы расстояние между образуемой этим прибором точкой и вершиной зеркала было равно расчетному радиусу кривизны зеркала. Вся операция, по сути дела, сводится к тому, чтобы найти реальный центр кривизны зеркала и выставить его на определяемую зрительной трубой теодолита оптическую ось проектора. Задача решается попеременной юстировкой зеркала и небольшими перемещениями точечного источника света. Это самая трудоемкая и ответственная операция в юстировке объектива Шмидта. В результате точка, созданная прибором, и ее изображение от сферического зеркала должны совпадать и находиться на зафиксированной перекрестьями нитей оптической оси.

Наблюдатель должен видеть в окуляре зрительной трубы все эти пять точек совмещенными с достаточной точностью. Затем точечный источник передвигается вдоль теперь уже определенной оптической оси проектора до расстояния, равного расстоянию кинескопа от зеркала. Разумеется, точка прибора также не должна сходить с оптической оси и ее положение должно контролироваться зрительной трубой.

На расстоянии от проектора, определяемом оптической схемой объектива, устанавливается экран. Он должен быть перпендикулярным к оптической оси, и точка, имитирующая центр экрана кинескопа, должна изображаться сферическим зеркалом объектива Шмидта в центре установленного экрана. После этого начинается заключительная часть юстировки — установка корректирующей пластинки Шмидта в расчетном положении. Перемещением этой пластины в вертикальной плоскости и наклоном ее добиваются наилучшего изображения точки источника света на экране. В результате юстировки изображение точки должно быть симметричным относительно яркого ядра; кольца вокруг ядра должны быть симметричными и без разрывов. При расфокусировке (сдвигах точечного источника света по оптической оси) симметричность должна



сохраняться. На этом юстировка объектива Шмидта заканчивается.

Работы с установленным в объективе Шмидта имитатором относятся больше уже к исследованиям объектива Шмидта, в то время как установка кинескопа является заключительным этапом юстировки всего телевизионного проектора. С помощью юстировки каретки, с которой связан проекционный кинескоп, добиваются заданной разрешающей способности и равномерной освещенности по всему экрану.

### Исследование объектива Шмидта

При исследовании объектива Шмидта необходимо:

- 1) определить освещенность изображения в центре поля зрения и по краю, а также неравномерность освещенности;
- 2) определить разрешающую способность в центре поля зрения и по полю зрения;
- 3) определить (приближенно) контрастность изображения в крупных и мелких деталях.

Вышеуказанные исследования проводятся после установки имитатора в объективе Шмидта. Эта установка должна проводиться по установленному экрану с соблюдением следующих условий:

- 1) равномерности освещенности в симметричных точках;
- 2) равномерности контрастности (визуально) в симметричных точках;
- 3) однозначности разрешающей способности (в пределах допуска оценки) в симметричных точках и максимального ее значения в центре поля зрения.

Освещенность изображения на экране определяется обычным люксметром, например типа Ю-16. Как уже отмечалось, некоторые кинескопы имеют специфическую спектральную характеристику, требующую для решения указанной выше задачи применения специально разработанного люксметра с корректирующими фильтрами под кривую видности глаза. При применении подобных люксметров определяется освещенность в нескольких точках экрана, и на основе этого анализируется ее равномерность. Разрешающая способность объектива Шмидта может определяться только визуально и лишь по оценке, данной рядом наблюдателей.

При исследовании разрешающей способности объектива Шмидта определяется точ-

ность воспроизведения изображения на экране.

Приведем некоторые данные по освещенности и разрешающей способности одного из объективов Шмидта, например с  $f' = 397$  мм, работающего с кинескопом типа «Фреза» (яркость свечения  $B = 3 \cdot 10^4$  нт), создающего его изображение на экране  $\varnothing 3000$  мм. Освещенность изображения на таком экране в центре поля зрения не превышает 90 лк, а по краю поля зрения — 50 лк. Разрешающая способность по всему полю зрения не превышает 4 лин/мм, в то время как в центре поля зрения она несколько выше. Данные по разрешающей способности относятся к цилиндрическому растровому экрану с коэффициентом яркости  $r = 1,6$ . Для плоского экрана разрешающая способность незначительно возрастает, однако ухудшаются светотехнические параметры изображения.

Приближенный способ сравнительной оценки контраста изображения, создаваемого объективом Шмидта, заключается в следующем: на селеновый фотоэлемент накладывается маска в виде щели размером порядка 1 мм  $\times$  20 мм и с помощью ее сканируется изображение на большом экране. Отсчеты относительных фототоков определяются по чувствительному микроамперметру. Замеренный таким образом относительный контраст изображения в мелких деталях на краю поля зрения при частоте штрихов около 4 лин/мм не превышает 5%, что относительно точно соответствует визуальному восприятию изображения глазом (на пороге контрастной чувствительности глаза). В крупных деталях контраст достигает 60—70%.

При исследованиях глубины резкости объектива Шмидта обращается внимание на необходимость сохранения разрешающей способности по всему полю зрения и хотя бы на сохранение того минимального контраста, который обеспечивает однозначность чтения информации на экране. Надо считать, что для упомянутого выше объектива Шмидта глубина резкости находится в пределах  $\pm 0,15 \div 0,2$  мм смещения кинескопа (имитатора) по оси.

### Выводы

Анализируя имеющийся материал по расчету и исследованию различных объективов Шмидта, которые применяются в проекци-

онном телевидении, необходимо заметить следующее:

1) поле зрения объектива Шмидта не должно превышать  $40^\circ$ , так как уже при  $2\omega = 35^\circ$  явно наблюдается резкий спад разрешающей способности и контраста изображения;

2) относительное отверстие, максимально допустимое для объектива Шмидта —  $1 : 0,7 \div 1 : 0,65$ ;

3) проекционное расстояние и связанное с ним увеличение критично в смысле получения достаточно яркого изображения. Выбор большого увеличения (при большом расстоянии) часто заставляет использовать направленные экраны;

4) допуски на изготовление деталей объектива и их центровку такие же, как для аналогичных светосильных систем и даже ниже, т. е. такие детали технологически вполне осуществимы;

5) расчет объективов Шмидта крайне

прост и не требует высокой квалификации вычислителя;

6) довольно значительная трудоемкость в изготовлении больших пластин Шмидта из силикатного стекла делает объектив достаточно дорогим;

7) ведущиеся в настоящее время изыскания методов экономичного изготовления корректирующих пластин позволяют надеяться, что в недалеком будущем стоимость длиннофокусных объективов Шмидта резко снизится;

8) ведущиеся в настоящее время работы по повышению яркости свечения проекционных кинескопов могут позволить повысить разрешающую способность объективов Шмидта (за счет уменьшения относительного отверстия) и улучшить его светотехнические параметры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов Р. В., Техника кино и телевидения, 1965, № 3.

## Импульсные измерения видеотрактов

621.397.613

Поддержание высококачественных показателей телевизионных трактов — одна из основных задач, стоящих перед эксплуатационным персоналом телевизионных центров. Существующая методика визуального наблюдения испытательной таблицы на разных участках тракта и проверка частотных характеристик отдельных усилителей очень несовершенна. Во-первых, визуальные наблюдения субъективны, в результате чего возникают существенные различия в оценке искажений, а главное, при такой методике трудности заключаются в быстрой локализации и устранении искажений. Частотные характеристики отдельных усилителей дают далеко не полную картину суммарной характеристики трактов, куда входят соединительные кабели, элементы коммутации и т. д. Обычно в телевизионных трактах имеются паразитные связи, которые не позволяют считать цепи минимально фазовыми, а следовательно, отсутствует однозначная зависимость между частотными и фазовыми характеристиками.

Правила технической эксплуатации средств телевизионного вещания предусматривают довольно большой объем периодических измерений видеотрактов. Сюда в основном входят измерения частотных характеристик отдельных усилителей и визуальные наблюдения таблицы. Сквозные измерения кроме наблюдения испытательной таблицы предусматривают импульсные измерения элементов синхронизации. Объем измерений, предусмотренный правилами технической эксплуатации, требует много времени и не дает объективных и точных результатов. Кроме того, измерения, производимые один раз в месяц и реже, не позволяют своевременно обнаруживать и устранять искажения. Значительный прогресс

при проверке телевизионных трактов достигается при использовании импульсных сигналов испытательной строки, получаемых из Московской междугородной аппаратной. Проверка качества республиканских радиорелейных линий и ретрансляционных телевизионных станций, однако, затруднена ввиду того, что упомянутые сигналы приходят по магистральной радиорелейной линии с заметными искажениями. Кроме того, эти сигналы не охватывают тракта студийно-аппаратного комплекса.

Для обеспечения объективного и быстрого контроля видеоканалов, очевидно, необходимо создать систему измерений, позволяющую оценивать все основные виды искажений видеосигнала (повторные изображения, пластику, тянучки, шумы и т. д.) объективным методом, т. е. определяя количественную величину искажений. При наличии искажений или отклонений от норм формы и уровней сигнала необходимо сразу же определить, какой участок тракта вносит искажения. Система должна позволить быстро определить неисправный усилитель, заменить его резервным и таким образом ежедневно поддерживать заданные качественные показатели.

На Рижском телевизионном центре разработана система оперативных импульсных измерений трактов, позволяющая оценивать характеристику видеоканалов, начиная от входа предварительного усилителя камеры до выхода центральной распределительной аппаратной. Блок-схема системы показана на рис. 1.

Испытательные сигналы от стойки Г6-2 подаются через элементы коммутации на входы предварительных усилителей камер. Используются в основном три вида сигналов: синус-квадратичный с сигналом поло-

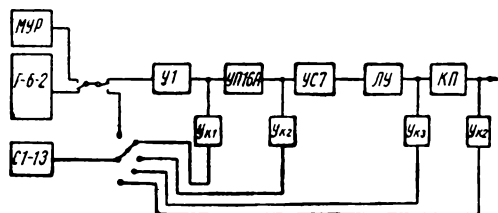


Рис. 1

сы, П-образный сигнал частоты полей и пилообразный сигнал с высокочастотной насадкой. Эти сигналы позволяют объективно оценить следующие характеристики каналов: уровни сигналов, а следовательно, и коэффициенты усиления отдельных участков тракта, фазовые искажения, амплитудные искажения и шумы. Для определения уровня шумов применяется также методика измерения со взвешивающим фильтром, предусмотренная в аппаратуре стойки Г6-2.

Если при проверке в сквозной характеристике канала обнаруживаются искажения, то необходимо определить участок тракта, в котором они возникают. Для этой цели на отдельных участках тракта (выход предварительного, промежуточного и линейного усилителей) установлены контрольные полупроводниковые усилители, при помощи которых можно получить видеосигналы с этих промежуточных точек и рассмотреть их на контрольном осциллографе. Всего применяется три типа полупроводниковых согласующих усилителей  $У_{к1}$ ,  $У_{к2}$  и  $У_{к3}$  (рис. 2, а,

б, в), с коэффициентами усиления 10, 1 и  $\frac{1}{5}$ .

На выходе этих усилителей получается сигнал размахом порядка 1 в.

Рабочее место для централизованных импульсных измерений находится в центральной аппаратной. Оно состоит из стойки Г6-2, небольшого коммутационного пульта, к которому подведены кабели от всех контролируемых точек, и широкополосного осциллографа типа С1-13. В дальнейшем намечено также организовать централизованные измерения основных качественных показателей звуковых трактов.

Уже первые проверки сквозных характеристик каналов, проведенные более двух лет назад, показали ценность импульсных измерений видеотрактов. Были обнаружены значительные различия в каналах, сравнительно трудно оцениваемые визуальным способом по испытательной таблице.

При осуществлении описанной системы оперативных измерений видеоканалов пришлось преодолеть ряд трудностей. Одна из них состояла в подведении испытательных сигналов к входу предварительного усилителя. Поскольку в камерных кабелях отсутствовали свободные коаксиальные жилы, был освобожден один из трех коаксиальных проводов, по которому к камере подводились синхронизирующие импульсы с частотой полей. Эти импульсы успешно можно подавать по обычному сигнальному проводу, а коаксиальный провод использовать для подачи испытательных сигналов. Для более

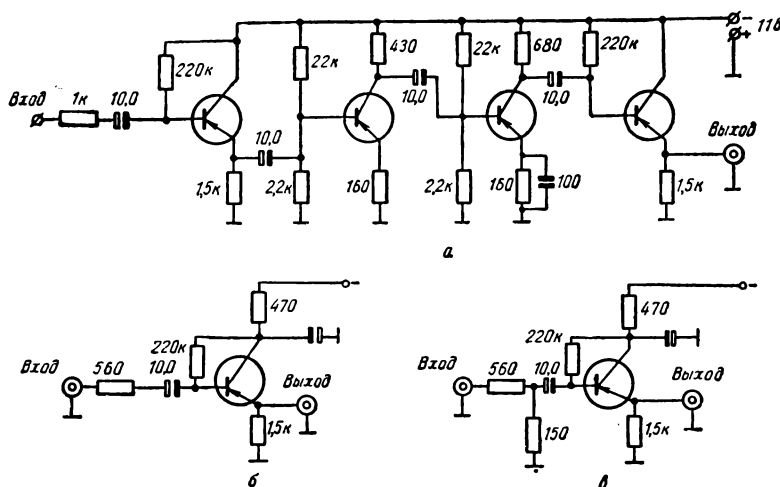


Рис. 2

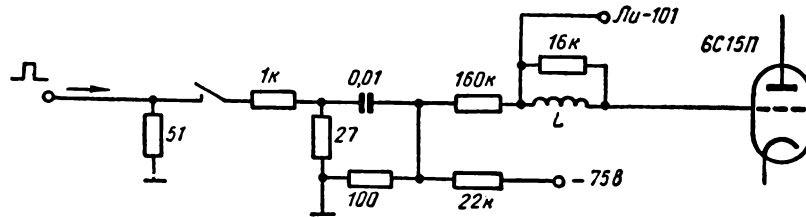


Рис. 3

полного использования этого коаксиального провода во время работы камеры на передачу по нему передается сигнал с выхода микшерного усилителя аппаратной.

Реле коммутации видеосигнала типа РСМ-2 сначала были установлены в корпусе камеры у предварительного усилителя, и испытательный сигнал размахом 1 в подводился к делителю в предварительном усилителе камеры. Такое расположение оказалось неудачным. Маленькие паразитные емкости между делителем напряжения импульсных сигналов и входом предварительного усилителя были причиной искажений испытательных сигналов. Поэтому реле коммутации входного сигнала и сопротивления делителя пришлось вынести в отдельную экранированную коробочку на внешней стенке предварительного усилителя. Схема подачи импульсных сигналов на вход предварительного усилителя изображена на рис. 3.

При измерениях перекосов горизонтальной части импульсов, а также небольших выбросов (менее 10%), трудно с достаточной точностью производить отсчет. Например, если размах сигнала на экране осциллографа составляет 30 мм, а перекоп крыши импульса — 5%, то разница уровней будет составлять величину порядка 1,5 мм, что соизмеримо с толщиной линии осциллограммы. Для повышения точности измерений целесообразно использовать градуированный делитель напряжения, позволяющий раздельно рассматривать размах основного импульса и искажения на крышах импульса с разностью коэффициента усиления в  $5 \div 10$  раз.

Импульсные измерения на участке: вход предварительного усилителя — выход линейного — позволяют судить о видеотракте, однако, не дают информации о качественной характеристике передающей трубки. Поэтому систему импульсных измерений намечается развить, дополнив ее использованием

испытательных таблиц. Применение таблицы ТИТ 0249 для измерения глубины модуляции сигнала на разных участках вертикального клина, является первым шагом. Ценную работу в этом направлении проводит НИИ Министерства связи, и хотелось, чтобы разработанная для этих измерений аппаратура и качественные таблицы стали достоянием всех телецентров.

Для оперативных измерений каналов, очевидно, целесообразно применение специальных таблиц, которые позволяют получить полную информацию об основных качественных показателях канала, включая передающую трубку.

Оперативные импульсные измерения дают возможность по-новому строить эксплуатацию телевизионных трактов. В аппаратно-студийном блоке на контрольном осциллографе ежедневно просматриваются характеристики всех каналов. Если на одном из каналов наблюдается отклонение от норм, импульсные сигналы просматриваются на промежуточных точках: вход промежуточного, линейного усилителя и т. д. Усилитель, дающий искажения, заменяется резервным, исправным, а дефектный передается в ремонт. Проверка ламп, снятие частотных характеристик и т. д. проводится только в процессе ремонта. Такая система позволяет существенно повысить эффективность эксплуатации — экономить много времени, ранее тратившегося на измерения и составления протоколов.

Лампы в усилителях проверяются и меняются только в случаях снижения уровня усиления ниже установленных норм или при внесении искажений. Это дает существенную экономию в расходовании радиоламп без снижения надежности работы. Проверка радиоламп по приборам может в основном производиться в импульсных схемах и выпрямителях (синхрогенераторы, УФИ и т. д.). Хотя, возможно, и тут целесообраз-

но проверять лампы по формам и уровням импульсов. Интересно отметить, что на Рижском телецентре при проверке видеоусилителей были обнаружены искажения (выбросы на П-импульсах), виной чему оказались лампы 6Ж5П, а также 6П9 и другие. Проверка по приборам ИЛ14 показала, что все основные параметры — такие, как ток эмиссии, крутизна и т. п., были в норме. Новые лампы подобных искажений не вносили, однако, проработав 500—1000 часов, вновь начинали давать пики в начале импульсов.

Оперативные импульсные измерения видеотрактов республиканских радиорелейных линий (Р-60) и ретрансляционных станций дали положительные результаты. Удалось установить, что, несмотря на то, что результаты ежемесячных и квартальных измерений качественных показателей были в пределах установленных норм, оперативные импульсные измерения показали существенные колебания показателей. Это относится в первую очередь к коэффициенту нелинейных искажений.

Исследования причин колебаний показателей позволили выяснить ряд неполадок и повысить устойчивость качественных пока-

зателей. Дальнейшим шагом в повышении оперативности таких измерений должно быть применение испытательных сигналов выделенных строк. По-видимому, целесообразно централизованно изготовить и поставить республиканским телецентрам аппаратуру введения испытательных строк для использования по проверке местных радиорелейных линий и ретрансляторов.

Для характеристики качественных показателей республиканских радиорелейных линий и ретрансляционных станций составлена сводная таблица, позволяющая на телецентре получать ежедневную информацию о качественных показателях всех передающих средств телевидения республики.

Месячные графики ежедневных импульсных измерений дают наглядную картину стабильности работы отдельных участков телевизионных трактов и являются ценным материалом для анализа устойчивости качественных показателей.

В работах по внедрению системы импульсных измерений участвовали инженеры Рижского телецентра Янсон, Бекерис, Альянс и другие.

**Г. В. ЛУРИЕ**  
*Рижский телецентр*

М. З. ВЫСОЦКИЙ

## НОВАЯ КИНОСЪЕМОЧНАЯ «СИСТЕМА-35» МИТЧЕЛЛ

778.534

Дано описание нового комплекта аппаратуры, предназначенной для съемки 35-мм обычных и широкоэкранных черно-белых и цветных кинофильмов одно- или многокамерным методом с применением телевизионного контроля и магнитной видеозаписи.

Фирмой Митчелл разработан, изготовлен и выпускается в содружестве с рядом других фирм новый комплект киносъемочной аппаратуры под названием «Система-35». В комплекте, разработка которого продолжалась около пяти лет, использованы последние достижения в области механики, оптики и электроники: телевизионные видоискатели и дистанционные телевизоры; видеомэгнитофон; электронные дезанаморфирующие устройства; объективы с переменным фокусным расстоянием и др.

Общий вид комплекта аппаратуры «Система-35» приведен на рис. 1.

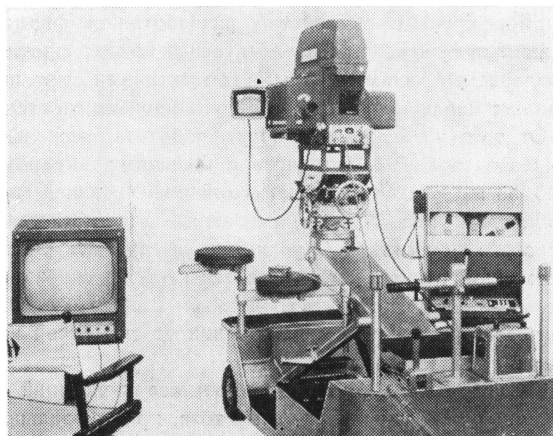


Рис. 1 Общий вид комплекта аппаратуры «Система-35»

### Основные элементы «Системы-35»

В качестве съемочной камеры в комплекте применена камера «Митчелл Марк II», помещенная в звукозаглушающий бокс (рис. 2).

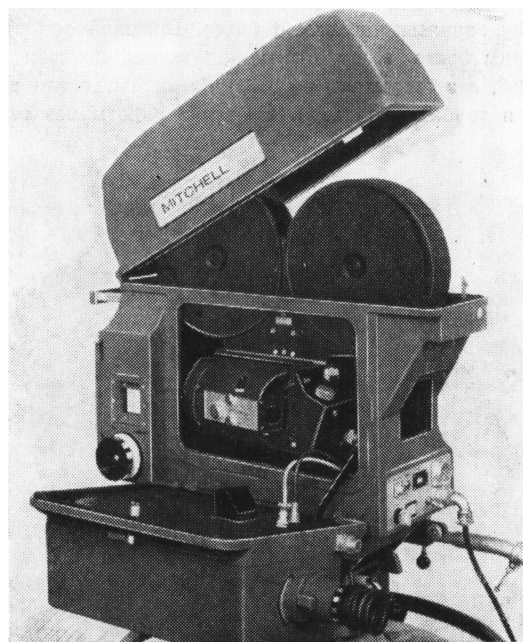


Рис. 2 Съемочная камера «Марк II» в боксе



Камера «Марк II» с зеркальным обтюратором является профессиональным аппаратом, рассчитанным на съемку без капитального ремонта многих сотен тысяч метров пленки, дающим устойчивое изображение с разрешающей способностью, обеспечивающей высококачественный показ черно-белых и цветных кинофильмов в больших широкоэкранных кино-театрах.

Камера «Марк II» более универсальна, чем старая камера BNC: без бокса ее можно использовать как ручную, а в боксе — для синхронных съемок в павильоне; при этом можно применять объективы как с постоянным, так и с переменным фокусным расстоянием. В частности, в камере используется новый анаморфотный блок фирмы Панаптик с переменным фокусным расстоянием в диапазоне  $50 \div 95$  мм, с разрешающей способностью, приближающейся к максимально возможной для объективов с постоянным фокусным расстоянием в том же диапазоне.

Новая камера может работать либо с синхронным двигателем, либо с двигателем с регулируемой скоростью (переменного или постоянного тока), обеспечивающим съемку от 8 до 120 кадр/сек без ухудшения устойчивости кадра и разрешающей способности.

Примененная в комплекте замкнутая телевизионная система, разработанная вначале фирмой RCA, а в ее теперешнем виде — фирмой Коху Электроникс, работает от стандартного однодюймового видикона, который вместе со всеми компонентами схемы и источником питания помещается в так называемой «электронной дверце» (телекамера), расположенной сбоку звукозаглушающего бокса. Внешний вид этой дверцы бокса в закрытом положении показан на рис. 3, а в открытом — на рис. 4 (видны детали схемы и трубка видикона). В случае работы без теле-

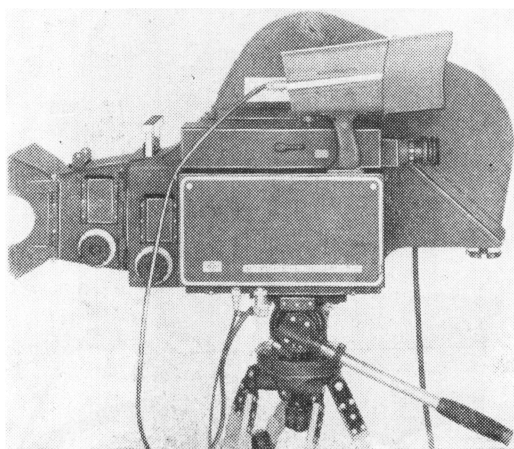


Рис. 3 Электронная дверца (телекамера) в закрытом положении

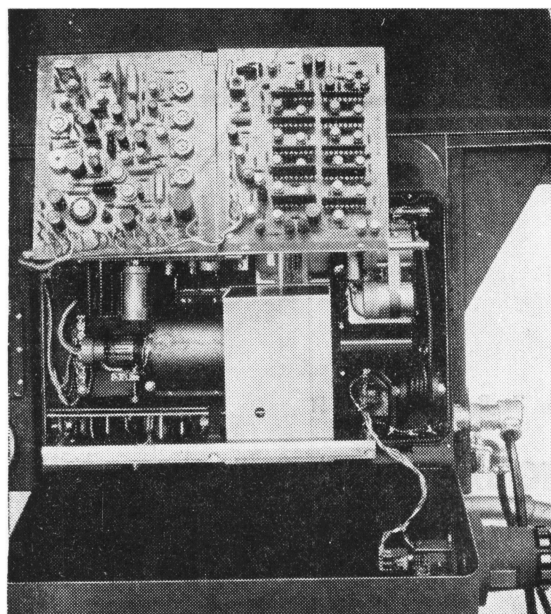


Рис. 4 Электронная дверца (телекамера) в открытом виде

визионного контроля «электронная дверца» бокса (телекамера) заменяется обычной дверцей.

Замкнутая телевизионная система позволяет использовать в процессе съемки телевизор (электронный видискатель), укрепленный непосредственно на съемочной камере и предназначенный для оператора и его ассистента. Телевизор работает от видикона и обеспечивает яркое, резкое изображение с разрешающей способностью по горизонтали в 450 строк на экране размером по диагонали 127 мм, свободное от параллакса и заметного мерцания. Им можно пользоваться не только на камере, но и вне ее. Особенностью этого телевизора является электронное дезанаморфирующее устройство, разработанное фирмой Джанини Контролз, компенсирующее эффект сжатия, создаваемый анаморфотными объективами, что позволяет наблюдать сцену в ее подлинной перспективе.

От того же видикона могут работать несколько видеоконтрольных устройств с большими экранами (43, 53 мм или 58 мм) и высокой разрешающей способностью (рис. 5), предназначенные для режиссера, главного оператора, продюсера и других членов съемочной группы. Эти телевизоры также снабжены дезанаморфирующими устройствами и обычно располагаются на некотором расстоянии от съемочной камеры.

Телевизионный контроль в процессе репетиций и съемки очень удобен и, кроме того, при правильной организации труда, экономит съемочное время в среднем на 25%.

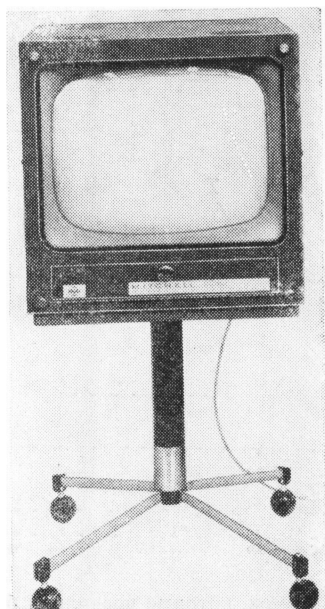


Рис. 5 Видеоконтрольное устройство



Рис. 6 Видеомагнитофон PV-100 фирмы Сони (модифицированная модель)

Весьма компактный малогабаритный видеомагнитофон, примененный в «Системе-35», представляет собой модифицированную модель видеомагнитофона фирмы Сони, тип PV-100 (рис. 6). Его разрешающая способность по горизонтали — 450 строк. Он может производить запись (на магнитную ленту шириной 5 см при диаметре рулона 17,8 см) в течение 1 часа 20 минут и в любое время мгновенно останавливается при нажатии кнопки «Стоп». Вес видеомагнитофона около 66 кг, габариты  $635 \times 445 \times 427$  мм. Весь рулон магнитной ленты может быть перемотан за 4 мин. Срок службы магнитной ленты при нормальной работе составляет приблизительно 1000 перемоток, а магнитных головок видеозаписи — 1000 часов при условии правильной эксплуатации. Видеомагнитофон можно устанавливать на стандартную стойку для электронной аппаратуры или в отдельную консоль. Для использования этого видеомагнитофона в «Системе-35» в него вмонтировано специальное логическое включающее устройство, связанное с теле-

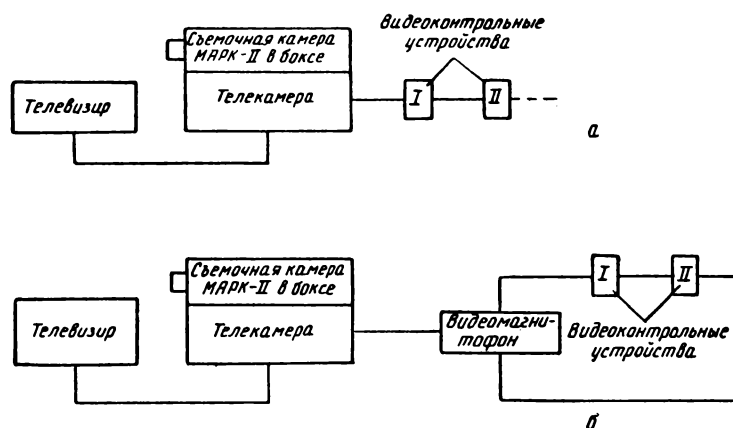


Рис. 7:

а — блок-схема «Системы-35» (основная); б — блок-схема «Системы-35» (с добавлением видеомагнитофона)

визирами и обеспечивающее по команде режиссера немедленное переключение с записи изображения на воспроизведение. На рис. 7, а приведена основная блок-схема «Системы-35», а на рис. 7, б — с добавлением магнитной видеозаписи.

#### Некоторые особенности применения «Системы-35»

Пока еще не представляется возможным достаточно точно предусмотреть все особенности применения этой новой системы, однако на ранней стадии ее использования можно перечислить некоторые бесспорные преимущества, содействующие улучшению технологического процесса съемки кинофильмов:

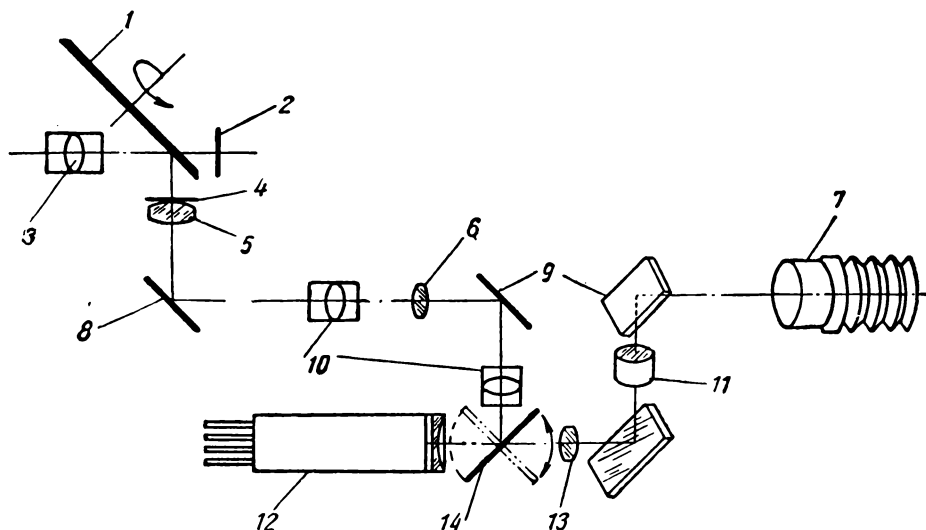


Рис. 8 Оптическая схема кинотелевизионной камеры «Системы-35»

1) значительно уменьшается репетиционное время, поскольку режиссер может наблюдать за сценой на экране видеоконтрольного устройства. Он может также быть более уверен в композиции кадра, что исключает ошибки;

2) резко снижается количество снимаемых дублей, так как режиссер может следить на экране телевизора за сценой в момент съемки, а главному оператору и оператору фильма не нужно беспокоиться о том, хороший получился дубль или нет;

3) видеоманитфон обеспечивает большие преимущества во время репетиций актеров. Они могут сами контролировать свою игру и тут же вносить необходимые поправки и изменения;

4) сравнительно медленная скорость видеозаписи и возможность немедленной остановки видеоманитфона играют положительную роль при композиции сложных кадров;

5) применение объективов с переменным фокусным расстоянием от 25 до 250 мм дает возможность следить за действием на телевизоре с большим экраном;

6) можно легко снимать кадры, которые очень трудно было снять камерой BNC. К таким кадрам относятся, например, случаи, когда оператор не может смотреть через стандартный видискатель фирмы Митчелл, поскольку на его пути имеется какое-то препятствие или видискатель находится в неудобном положении. Примером таких кадров служит деленный кадр, снимаемый методом двойной или многократной экспозиции.

По мере практического освоения новой системы несомненно будут найдены новые области ее использования. Так, например, в этой системе можно было бы применить специальные электронные усилители

для комбинированных съемок, которые позволили бы наблюдать на телевизоре кадры, снятые методом блуждающей маски или многократной экспозиции, что было исключено ранее.

На рис. 8 приведена оптическая схема «Системы-35», где: 1 — зеркальный obturator; 2 — киноплёнка; 3 — съёмочный объектив; 4 — матовое стекло; 5 — объектив; 6 — коллектив № 1; 7 — окуляр; 8 и 9 — отражающие зеркала; 10 и 11 — промежуточные объективы; 12 — видикон; 13 — коллектив № 2; 14 — зеркало двухпозиционное.

#### Применение «Системы-35» для съемки фильмов многокамерным методом

С введением «Системы-35» возник большой интерес к использованию ее для съемки фильмов многокамерным методом, и в первую очередь фильмов для телевидения в целях экономии времени и средств при производстве.

Широкое применение фильмов для передачи по телевидению вместо магнитной видеозаписи диктуется тем, что большинство телевизионных станций, в частности в США, располагают только кинопроекторами. Кроме того, из-за наличия в разных странах мира различных стандартов развертки изображения (с разным числом строк) кинофильм остается пока единственным средством обеспечения международного обмена.

Хотя по сравнению с ранними годами развития телевидения существуют большие достижения в технике съемки с экрана кинескопа благодаря применению телевизионных систем высокой четкости и кинокамер с более быстрым протягиванием пленки, все же они не могут соревноваться с разрешающей способ-

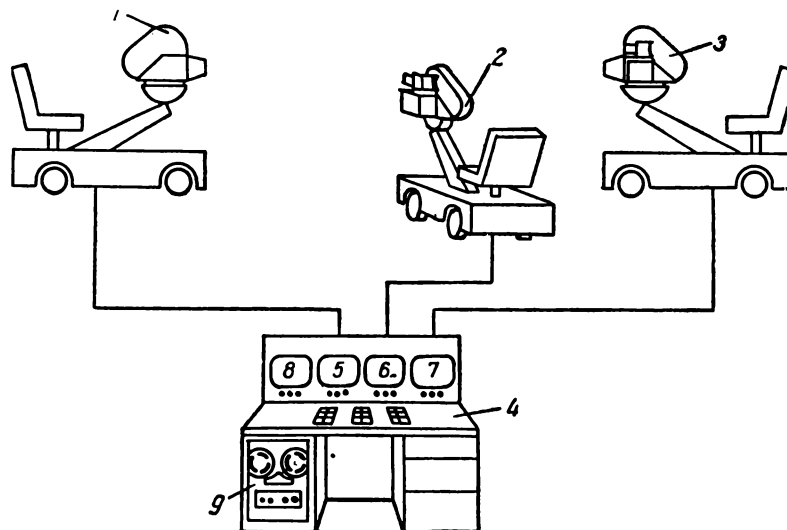


Рис. 9 Блок-схема применения «Системы-35» для съемки кинофильмов многокамерным методом

ностью и серой шкалой 35-мм кинофильма, предназначенного для демонстрации в кинотеатре.

Разница становится еще более резкой, если речь идет о цветном фильме.

Применение «Системы-35» для съемки фильмов многокамерным методом может быть осуществлено по блок-схеме, представленной на рис. 9. Для этого несколько кинотелевизионных съемочных камер 1, 2, 3 «Системы-35» присоединяют к режиссерскому пульта управления 4, на котором смонтировано четыре видеоконтрольных устройства: три из них — для каждой из камер 5, 6 и 7, а четвертое — главное (8). Тогда изображения, переданные от трех камер (крупный, средний и общий план), смогут одновременно наблюдать режиссер, оператор, монтажер и другие работники группы, а на главный экран режиссер передаст то выбранное им последовательное изображение, которое соответствует режиссерскому сценарию. Тем самым на главном видеоконтрольном экране будет осуществляться как бы «электронный монтаж» фильма.

Включение, остановка и управление камерами осуществляются дистанционно с режиссерского пульта. Встроенный в пульт управления 4 описанный выше компактный видеомagnetофон PV-100 (9) позволяет осуществлять запись и немедленное воспроизведение отрететированных или отснятых сцен для рабочего просмотра. Более того, можно заранее отрететировать, записать на магнитную пленку и просмотреть фильм на телевизионном экране, не израсходовав ни одного метра кинопленки. Можно также показать

фильм Художественному совету или дирекции и, получив одобрение, отснять его на пленку с помощью киносъемочной части комбинированных кинотелевизионных аппаратов, продолжая в процессе съемки совершенствовать отработанное ранее.

Если при обычном способе съемки о недостатках фильма, к сожалению, приходится узнавать, когда он снят и произведены большие материальные затраты, то при кинотелевизионном многокамерном методе (в особенности при наличии видеозаписи) недостатки могут быть обнаружены и устранены еще в процессе предварительного просмотра отрететированного фильма на телеэкране.

Для облегчения монтажа фильма при работе многокамерным методом предусмотрены устройства для взаимной автоматической маркировки изображения и фонограммы в процессе синхронной съемки.

Использование многокамерного метода особенно целесообразно при съемке спектаклей, спортивных состязаний и любых других событий, где необходимо сохранить спонтанность действия. В ряде случаев готовый полнометражный фильм может быть получен в течение нескольких дней, а короткометражный для передачи по телевидению — даже в течение нескольких часов. Все это обеспечивает большую экономию времени и средств при производстве фильмов для демонстрации в кинотеатрах и передачи по телевидению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Техника кино и телевидения, 1963, № 8.
2. Проспект фирмы Митчелл о новом комплекте киносъемочной аппаратуры «Система-35» и многокамерном методе съемки, 1965.

## Съемка и проекция кинофильмов

778.5

Кинотехника ФРГ 1964 г., JSMPTE, 1965, 74, № 5, 407—409.

Хроникальная 16-мм кинокамера «Аррифлекс 16BL» полностью заглушена и имеет электропривод. Обтюратор камеры оснащен механизмом изменения угла раскрытия, действующим при работе камеры. Видоискатель содержит экспозиметр. Высокое качество современных зум-объективов, не уступающих обычным, позволяет не устанавливать в камере турель. Рекомендуются следующие объективы: с переменным фокусным расстоянием — «Анженю» 12—120 мм, «Цейс Варно Зоннар» 12,5—75 мм или обычные — «Шнейдер Синегон» 10 мм или «Цейс Дистигон» 8 мм. Электродвигатель постоянного тока делает 3000 об/мин. Изменение частоты съемки — 24 или 25 кадр/сек — достигается перестановкой шестерен. Встроенный в тахометр генератор сигналов 50 гц работает независимо от частоты съемки. 120-метровые кассеты рассчитаны на работу при прямом и обратном ходе аппарата.

Применение 35-мм кинофильмов с магнитной фонограммой становится в ФРГ правилом для фильмов, передаваемых по телевидению. Фирма Сименс — Гальске разработала звуковую приставку «Комар-35», которая удовлетворяет требованиям телевидения и может быть установлена с проектором, подобно тому как это имеет место в 4-дорожечной системе. Приставка может быть оборудована стандартными головками для воспроизведения фонограмм, занимающих различное положение на 35-мм магнитной ленте.

Фирма Фернзе (Гамбург) разработала первую модель пневматического механизма с ускоренным продергиванием (1,3 мсек) для сканирования изображения на пленке методом «бегущего луча». Ввиду того что 35-мм пленка имеет значительный момент инерции, был сконструирован усовершенствованный фильмовый канал, благодаря которому удается использовать тормозящее действие самой пленки в момент, когда при продергивании сокращается верхняя петля. В конце продергивания скорость пленки близка к нулю, чем достигается устойчивость изображения.

Е. Н.

621.397 : 629.19

Кино и телевидение в космических исследованиях, JSMPTE 1965, 74, № 5, 392.

На мысе Кеннеди 6-киловаттные ксеноновые лампы фирмы Вестингауз Электрик обеспечивают проведение цветных киносъемок при взлете ракет «Ти-

тан III». Подобные системы с 20-киловаттными ксеноновыми лампами Джeneral Электрик используются для фотографирования запуска ракет «Сатурн V».

Ртутные дуговые лампы испытывались для цветных киносъемок. Высокая световая отдача этих ламп (70—100 лм/вт) может помочь решить проблемы нагрева и веса.

Для съемок в полете кинокамера в оболочке размещается снаружи или внутри спутника и может сфотографировать пространство до 80 км. После съемки контейнер с камерой падает в океан.

Во время пробных полетов ракеты «Титан II» успешно использовалась пленка «Истмен Кодак», тип MS, для съемки отделения первой ступени ракеты и старта второй ступени. Для получения вида «изнутри» кинокамеры с осветителем, использующим йодно-кварцевые лампы в специальной оправе, были размещены внутри второй ступени. Из-за чрезмерных яркостей применялась пленка XR.

Е. Н.

778.534.19

Процесс Theaterama, JSMPTE, 1965, 74, № 5, 385.

Новый процесс Theaterama разработан фирмой Синерама. Фильм «Вокруг Нью-Йорка» был снят фирмой Колеман Продакшнз. Оборудование для демонстрации фильма установлено в павильоне штата Нью-Йорк. Процесс отличается от прежних съемкой с углом 360°, применением шести 35-мм профессиональных камер «Митчелл Марк II» и использовании анаморфотных насадок, расширяющих поле зрения съемочных объективов по ширине<sup>1</sup>. Камеры располагаются вертикально по кругу на специальной турели, а зеркала, наклоненные под 45° к горизонту, совмещают узловые точки объективов в единый центр. Благодаря этому не возникает пропадания зон съемочного пространства между смежными объективами на любых дистанциях фокусирования. Передвижение и маневрирование камеры обеспечивается конструкцией гидравлического крана-тележки, позволяющего производить подъем и повороты камеры во всех направлениях одному человеку. С помощью этого оборудования были сняты эффектные сцены, оказывающие сильное воздействие на зрителей.

Е. Н.

<sup>1</sup> «Техника кино и телевидения», 1964, № 12, стр. 74.

778.53

**35-мм кинокамеры, JSMPTE, 1965, 74, № 5, 390—391.**

Фирма Арнольд и Рихтер KG (ФРГ) выпустила усовершенствованную камеру модели II С. Матовое стекло может быть легко заменено оператором через пустое гнездо в турели объективов. Камера укомплектована двумя окулярами, один из которых позволяет пользоваться перископом «Аррифлекс», а второй имеет механизм автоматического закрывания. Оба окуляра имеют гнезда, в которые можно ввинчивать дополнительную линзу для операторов в очках. Поле лупы увеличено до размеров широкоэкранного кадра.

Кинокамера «Аррифлекс» с продергивачем на две перфорации модели IIВ-Т имеет кадровое окно  $9,5 \times 22$  мм и 200-градусный obturator. Модель предназначена для съемки по системе Технископ.

Фирма Митчелл начала выпускать звукозаглушающий бокс для камеры с зеркальным obturatorом «Марк II». Бокс снижает уровень шума на расстоянии 0,91 м от камеры до 25 дБ. Все органы управления камерой выведены наружу. На базе этой разработки появилась так называемая «Система-35», которая объединяет телекамеру (для передачи снимаемого изображения на контрольный монитор режиссера) и видеоманитофон (записывающий изображение одновременно со съемкой).

Е. Н.

778.534 : 771.531.352

**Новая киносъемочная камера A8G1, И. Колрус, Jemná mechanika a optica (Чехословакия), 1965, 10, № 5, 152—153.**

Новая 8-мм полуавтоматическая киносъемочная камера, выпущенная народным предприятием «Меор-та Врно» (ЧССР), удостоена золотой медали на Лейпцигской ярмарке 1965 г. При ее конструировании был учтен длительный опыт эксплуатации изве-

стных камер «Admira-8», были заново разработаны отдельные узлы и сделано новое современное оформление (см. рисунок.)

Камера A8G1 имеет объектив «Mirag» 1 : 2,8/12,5 с постоянной установкой (фикс-фокус). Глубина резкости при диафрагме 2,8 — от 1,85 до 7,92 м, при диафрагме 16 — от 0,66 м до бесконечности. На основной объектив могут навинчиваться насадочные объективы «Mirag» 0,5× (общее фокусное расстояние системы — 6,25 мм) или «Mirag» 2× (общее фокусное расстояние — 25 мм). Видоискатель камеры рассчитан на беспараллаксное визирование в пределах от 1,5 м до бесконечности. Для съемок с расстояния 1 м на рамке видоискателя имеются специальные риски. Видоискатель не требует насадочных линз при смене фокусного расстояния объектива, так как рассчитан на угол зрения, соответствующий объективу 6,25 мм. Для двух других фокусных расстояний визирование ведется по рамкам, нанесенным на переднюю линзу видоискателя.

В видоискателе видны указатель и стрелка, связанные с системой установки диафрагмы от фотоэлектрического экспозиметра. Положение указателя определяется установкой движка на шкале чувствительности используемой пленки (пределы от 12/10 DIN до 24/10 DIN). Совмещение указателя и стрелки, производимое рукояткой перевода диафрагмы, обеспечивает необходимое открытие диафрагмы. Угол, под которым падает свет на фотоэлемент, соответствует углу зрения основного объектива камеры. При использовании на объективе цветных фильтров на фотоэлементе устанавливаются серые фильтры соответствующей плотности, которые входят в комплект камеры.

Камера A8G1 рассчитана на одну скорость **16 кадр/сек** и на покадровую съемку. Привод камеры пружинный, один завод пружины обеспечивает съемку 2 м пленки. По сравнению с предыдущими моделями значительно переработан лентопротяжный механизм: изменена форма фильмового канала и исключен зубчатый барабан — вытягивание пленки с подающей бобины осуществляется грейфером. Благодаря этому резко снизился шум камеры и упростилась ее зарядка.

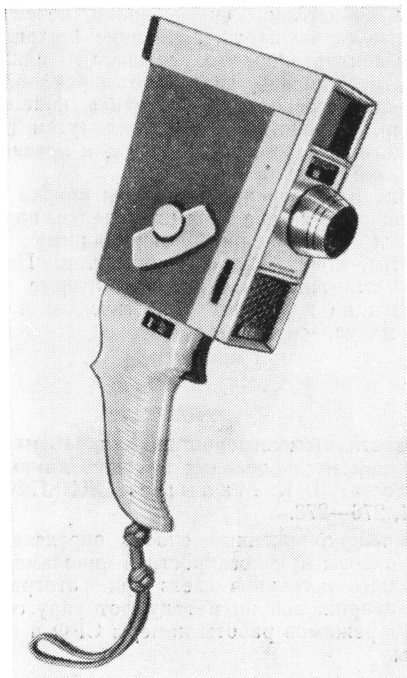
Камера A8G1 может работать в комплекте со всеми дополнительными устройствами, выпускаемыми к камере «Admira-8» (устройство для макросъемки, станочек для съемки титров, компендиум и т. д.).

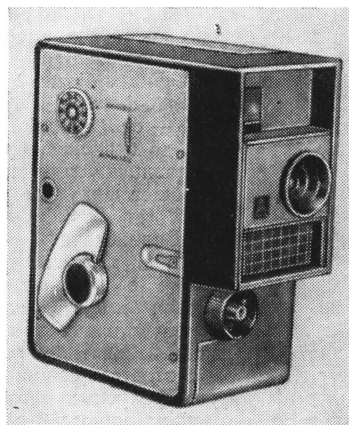
Я. Б.

778.53 : 771.531.352

**8-мм автоматическая любительская кинокамера «Пентака 8-1 аутоматик», Э. Брауер, Bild und Ton, 1965, 18, № 6, 185—186.**

Народное предприятие Пентакон Камера-унд Киноверке (Дрезден) выпустила 8-мм любительскую кинокамеру «Пентака 8-1 аутоматик» (см. рисунок) с автоматической регулировкой диафрагмы съемочного объектива. Основная цель при разработке кинокамеры — максимальное упрощение съемочного процесса. Семилинзовый объектив камеры («Флектогон» 1 : 2/12,5 мм) установлен на гиперфокальное расстояние. Частота съемки — постоянная **16 кадр/сек** и покадровая. Привод камеры — пружинный. Один завод пружины достаточен для транспортирования 2 м пленки. Автоматика фотоэкспозиметра рассчитана на светочувствительность кинопленки в диапазоне





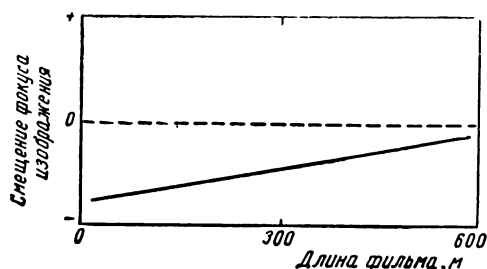
от 10 до 22 ед. DIN. В видонскателе камеры имеется стрелка, указывающая автоматически установленную диафрагму объектива. Возможна ручная установка диафрагмы. Размеры камеры  $126 \times 110 \times 60$  мм; вес 0,920 кг.

Л. Т.

778.553.5

**Влияние намотки на качество демонстрации 35-мм фильма.** П. Х. Прео, Э. А. Явиц, JSMPT, 74, № 6, 521—525.

Показано, что качество демонстрации фильма (резкость изображения) находится в определенной зависимости от диаметра сердечника бобины для намотки фильма и от того, производится намотка фильма эмульсионным слоем внутрь или наружу. По мере демонстрации 600-метровой части фильма положение оптимального фокуса непрерывно смещается в сторону объектива от начала части к концу ее, как показано на рисунке. Если ту же часть фильма



продемонстрировать вторично без перемотки, то смещение фокуса произойдет в обратном направлении (от объектива). Это свидетельствует о том, что указанный «дрейф фокуса» связан со свойствами самой пленки (ее пластической деформацией), а не определяется, например, нагреванием фильмового канала. «Дрейф фокуса» к концу части на фильмокопии объясняется малым диаметром сердечника бобины для намотки. Увеличение диаметра сердечника снижает «дрейф фокуса», и качество проекции улучшается. С увеличением числа сеансов «дрейф фокуса» на данной фильмокопии возрастает.

В отношении типа намотки — «эмульсией внутрь» или «эмульсией наружу» — исследования показали

значительные преимущества намотки «эмульсией внутрь», которая обеспечивает существенно меньшее ухудшение качества кинопроекции вследствие «дрейфа фокуса». Рассматриваются различные методы устранения пластической деформации фильма и их влияние на качество демонстрации.

В заключение предлагается изменить применяемую на практике намотку новой фильмокопии «эмульсией наружу» намоткой «эмульсией внутрь», а также не производить намотку «эмульсией наружу» ни при каких промежуточных операциях намотки-перемотки. Хотя исследования проводились на 35-мм фильме, их результаты предлагается распространить на все существующие форматы кинопленки — от 70- до 8-мм.

Л. Т.

778.586

**Смазка кинофильма.** Ф. Дж. Колб, Э. М. Уэйгел, JSMPT, 1965, 74, № 4, 297—307.

Смазка (парафинирование) кинофильма повышает его сохранность, устраняет нагарообразование в фильмовом канале и улучшает устойчивость изображения при проекции. Кратко изложены принципы и история парафинирования кинофильма начиная с 1922 г.

Методы парафинирования различаются в зависимости от формата кинофильма. Театральные 35- и 70-мм фильмокопии подвергаются большим динамическим нагрузкам в фильмовом канале кинопроектора. Поэтому они требуют обильной смазки, которая, однако, уменьшает прозрачность изображения и фонограммы и может образовать на них «рябь». Поэтому 35- и 70-мм фильмокопии парафинируют только по краям (по перфорациям). Динамические нагрузки на 8- и 16-мм фильмокопиях значительно меньше, поэтому они могут быть смазаны тонким слоем и сплошь по всей поверхности пленки.

Наряду со смазкой фильмокопий целесообразно производить также парафинирование (сплошное) негативов и контратипов, что улучшает сохранность их поверхности. Описано различное оборудование для смазки фильма: неподвижный фитиль, вращающийся аппликатор, устройства для смазки путем погружения фильма в раствор, устройства для краевой смазки и смазки фильма вручную.

Подробно рассмотрена технология смазки и, в частности, влияние на нее типа кинопленки, назначения и возраста фильмокопии, атмосферных условий (влажности), количества смазки и т. д. Приведена рецептура смазочных материалов, которые в основном делятся на парафины, синтетические или минеральные масла, силиконы.

Л. Т.

778.534.83

**Особенности высокоскоростной киносъемки камерой СФР при исследованиях методом динамической фотоупругости.** Л. К. Малышев, ЖНиПФК, 1965, 10, вып. 4, 276—278.

Приведен приближенный способ определения параметров работы высокоскоростной кинокамеры СФР и импульсного источника света при фотографировании волн напряжений по методу фотоупругости. Даны расчеты режимов работы камеры СРФ и импульсной лампы.

В. В.



621.383.73

**Новые мишени для суперортиконов.** В. Третнер. Radio mentor, 1965, 31, № 3, 162—166.

Выжигание мишени остается важнейшим недостатком суперортиконов, резко ограничивающим полезный срок их службы и снижающим качество передаваемых изображений. Причиной выжигания является ионный характер проводимости стекла пленки, сопровождающийся выходом ионов натрия на коммутируемую поверхность за счет обеднения ими остального объема пленки. Экспериментально установлено, что выжигания удастся избежать, изменив структуру пленки. На пленку из обычного полупроводникового стекла со стороны фотокатода наносится вспомогательный слой другого стекла с существенно повышенным содержанием натрия. Хотя ионная проводимость сохраняется, во время работы трубки за счет диффузии из вспомогательного слоя происходит непрерывное пополнение ионами натрия основной пленки мишени, и выжигание не происходит. Сопротивление вспомогательного слоя оказывается меньше, чем основного, и, чтобы избежать потери разрешающей способности суперортика, этот слой делают предельно тонким (порядка 1 мк). Коэффициенты термического расширения обоих стекол согласованы, и стекла спаяны по всей площади мишени; последнее необходимо для сохранения механических свойств мишени.

По характеристикам выжигания двухслойные пленки не уступают пленкам из стекла с электронной проводимостью. В отличие от последних они совершенно не критичны к воздействию атмосферного воздуха и прогревам, благодаря чему можно сохранить обычную технологию изготовления мишеней и суперортиконов в целом. Ведется отработка этой технологии, после чего новые мишени должны будут заменить простые однослойные в 76-мм, а затем и в остальных суперортиконах.

и. м.

621.383.7

**Электростатический суперортикон.** Intern. Broadcast., 1965, № 6, 279; Electron. Compon., 1965, 6, № 5, 417.

Фирма Джeneral Электрик заканчивает разработку базовой конструкции электростатического суперортика. Отличие этой трубки от стандартного суперортика в том, что фокусировка и отклонение считывающего пучка осуществляются без наружной магнитной фокусирующе-отклоняющей системы электродами, нанесенными на керамические цилиндры, вмонтированные внутрь колбы. Диаметр трубки стандартный (76 мм), длина на 70 мм меньше обычной, хотя переход на электростатическую фокусировку электронного изображения приводит к удлинению секции переноса. Электростатическая система секции считывания состоит из однопотенциальной линзы, дефлектора и нелинейной спиральной линзы. Однопотенциальная линза осуществляет конечную фокусировку пучка. Дефлектор выполняет функции отклоняющих пластин с общим центром отклонения по горизонтали и по вертикали. Спиральная линза коллимирует считывающий пучок перед мишенью, так что он подходит к любой точке последней под углом 90°.

В основном варианте электростатического суперортика Z7809 применены тонкопленочная мишень и висмутовый фотокатод. Разрешающая способность

осталась практически такой же, как у трубок с магнитной фокусировкой (около 700 лин), различие можно было заметить лишь по глубине модуляции видеосигнала с деталей более мелких, чем  $1/600$  высоты раstra. Оказалось, что переход на электростатическую систему резко уменьшил дефекты изображения, связанные с перераспределением вторичных электронов в секции переноса (ореолы, темные и светлые окаймления, побочные контуры). Вес суперортика нового типа 330 г — в 30 раз меньше веса обычных трубок с их магнитными системами; экономия по мощности тоже приближается к 30-кратной. Имеются образцы трубок со стекловолоконными планшайбами на входе; последние позволяют осуществлять контактное сочленение передающей трубки с ЭОПом для увеличения чувствительности телевизионных камер.

и. м.

621.397 : 629.19

**Телевизионная система, работающая при низких уровнях освещенности.** С. Бэк, Т. Шоппле, А. Лунк, Electronics, 1965, 38, № 7, 44—48.

Для телевизионного обзора Земли со спутников «Джемини» в ночных условиях фирма Джeneral Электрик разрабатывает широкодиапазонную передающую камеру. Основным элементом камеры, весящей 14,5 кг, является 76-мм суперортикон GEZ7852 и 40-мм электронно-оптический усилитель яркости изображения. Входное окно суперортика и выходное окно ЭОПа выполнены из стекловолокна, что позволяет сочленить их непосредственно без промежуточного объектива. Разложение изображения — чересстрочное 2:1 на 875 строк, формат кадра 1:1. Полоса частот видеоканала 10 МГц с неравномерностью  $\pm 1$  дБ. Система автоматической регулировки светового уровня обеспечивает работоспособность системы в диапазоне освещенностей  $10^{-3}$ – $10^5$  лк и одновременно гарантирует защиту от дальнейших пересветок. Для этого между объективом и ЭОПом располагают нейтральный светофильтр, выполненный в виде двух бесконечных лент. На обе ленты нанесено светопоглощающее покрытие в виде оптического клина, благодаря чему плавное изменение освещенности сочетается с полной равномерностью освещенности по всей площади фотокатода. Автоматическая регулировка тока пучка в суперортике предупреждает искажения контрастов в передаваемом изображении и является элементом системы защиты от пересветок. Предусмотрена стабилизация фокусирующих токов; для уменьшения веса камеры фокусирующие и отклоняющие катушки имеют обмотки из алюминиевого провода. На приемном конце (в кабине космонавта) имеется два экрана: один диаметром 127 мм и с высокой разрешающей способностью для визуального наблюдения и второй — для съемки на 16-мм киноленту. Все управление сведено к переключателю «выключено — дежурный режим — включено», тумблеру управления фоторегистрирующей камерой и ручке регулировки яркости приемного экрана; все остальные функции выполняются автоматически. Номинально потребляемая мощность 145 Вт.

и. м.

621.397 : 621.382

**Телевизионная передающая камера «Марк V».** Electron Equipment News, 1965, 5, № 2, 12—13.

Английская фирма Маркони существенно модернизировала суперортиконную телевизионную камеру



«Марк IV». Новый вариант камеры — «Марк V» — рассчитан исключительно на 4,5-дюймовые суперортиконы и собран полностью на полупроводниковых приборах. Вместо пяти сменных объективов, расположенных на поворотной турели, использован один вариофокальный объектив. Изменение фокусного расстояния от 40 до 400 мм может производиться вручную (рычагом на задней стенке) или механически с помощью серводвигателя. Дополнительно обеспечена возможность установки четырех фиксированных значений фокусного расстояния, подобранных для наиболее употребительных масштабов съемки. Сменный видоискатель на 18-см кинескопе с повышенной яркостью обеспечивает вертикальное панорамирование. Все управление видоискателем сосредоточено под экраном кинескопа. Основное управление режимом камеры дублировано и может производиться как с небольшой панели на самой камере, так и с отдельного пульта в студийной стойке. Считается, что управление с выносного пульта разгружает оператора от технических регулировок во время передачи и позволяет ему лучше решать художественные вопросы. Электрические характеристики камеры «Марк V» полностью отвечают современным английскому и европейскому стандартам на студийную аппаратуру и гарантируют работу на 600-метровый кабель без ка-

кого-либо визуально заметного ухудшения качества изображения. Габариты камеры 460×380×680 мм; вес без оптики 44 кг; габариты выносного пульта управления 300×430×560 мм. В зависимости от типа используемого суперортикона камеры «Марк V» могут работать в студийных и внестудийных условиях.

И. М.

621.397.1—2

**Выбор оптимальной формы испытательного сигнала для одновременной системы цветного телевидения**, Ю. В. Аксентов, И. М. Копылов, Электросвязь, 1965, № 8, 24—30.

Описан эксперимент по определению максимальной насыщенности в реально встречающихся изображениях, проведенный на десять типовых диапозитивов, которые специально предназначены для проверки колориметрических свойств цветной телевизионной системы. Дано описание блок-схемы универсального генератора цветных полос, при помощи которого проверена пригодность и проведено сравнение трех различных форм испытательного сигнала при использовании всего тракта системы цветного телевидения. Приведены рекомендации по выбору формы испытательного сигнала.

В. В.

## Оптика и светотехника

621.326 : 546.15

**Лампы накаливания с йодным циклом**, А. Н. Рипсе, Nucleus, 1963, 4, № 5, 400—405.

Рассмотрены особенности кварцевых ламп накаливания с йодным циклом, позволяющие создать новые возможности для расширения областей использования ламп накаливания.

Изложена сущность физических процессов, которые протекают в лампах накаливания, подчиняющихся законам Вина и Планка.

В статье имеются следующие разделы: лампа с вольфрамовой нитью (эффективность, качество света); лампа с йодным циклом (принцип йодного цикла, конструкция лампы, трубчатая лампа, лампа с двойной колбой), другие типы.

Дано описание лампы с двойной колбой, которая представляет собой трубчатую йодную лампу, помещенную в стеклянном колпаке, наполненном азотом. Лампа таким образом защищена от влияния окружающей атмосферы и поэтому может работать в любых условиях и даже под водой.

Приведены следующие области использования йодных ламп: магазины, ателье и т. д.; фото- и киносъемка; аэродромы; специальные назначения.

Указывая на то, что лампа с йодным циклом является дорогостоящей и трудной в изготовлении и не сможет в ближайшее время полностью заменить обычные лампы накаливания, изготавливаемые

серийно, автор, однако, считает, что через несколько лет лампы накаливания будут в основном с йодным циклом.

Г. И.

621.326 : 546.15

**Йодные лампы накаливания с 100-процентным сохранением светового потока**, Е. Дж. Зублер, Ф. А. Мосби, Illuminating Engineering, 1959, LIV, № 12, 734—740.

Описаны принцип действия и технические данные нового типа лампы накаливания с йодным регенеративным циклом, позволяющим восстанавливать вольфрамовую нить в процессе горения и этим сохранять почти 100% светового потока от его начального значения и увеличивать срок службы лампы.

Использование галогенов (таких, как хлор, бром и йод) для предотвращения почернения колбы лампы не является новым, однако было много трудностей при создании регенеративного процесса. В настоящее время эти трудности преодолены в результате введения определенной дозы йода и создания условий для получения йодного цикла.

В статье рассмотрены следующие вопросы: йодный цикл; требования к температуре стенок колбы и температуре тела накаливания; особенности конструкции лампы; рабочие характеристики; ограничения и применение.

Г. И.

621.326 : 546.15

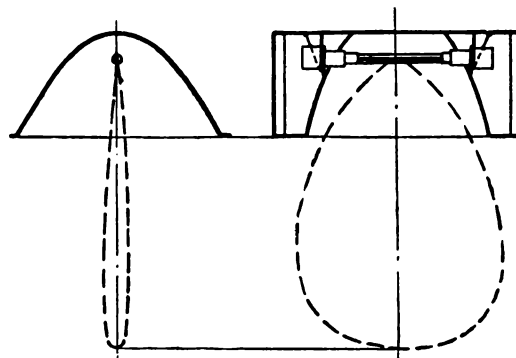
**Применение кварцевых ламп с йодным циклом,** К. Аллен, Р. Пог, Illuminating Engineering, 1959, LIV, № 12, 741—748.

Указывается, что кварцевые лампы с йодным циклом имеют ряд важных особенностей, позволяющих им найти широкое применение: 1) большие мощности при малых габаритах колбы; 2) высокая световая отдача, практически не снижающаяся в течение всего срока службы лампы; 3) высокая эффективность как при повышенном, так и при сетевом напряжении; 4) повышенный срок службы лампы без снижения температуры тела накаливания и снижения световой эффективности.

Наряду с применением этих ламп для общего освещения они используются для специальных целей, где решающими факторами являются их малогабаритность и высокие светотехнические показатели.

Рассмотрены: характеристики ламп, определяющие их применение; патроны (ламподержатели); отражатели; области применения.

Описаны некоторые конструкции светильников, позволяющие получать необходимые характеристики светораспределения. Отмечается, что продолговатая форма тела накаливания йодной лампы затрудняет получение желаемого светораспределения светильника. Однако, используя специальные параболические боковые стенки в параболическом желобообразном



отражателе, можно пучок света перераспределить таким образом, чтобы получить в заданном сечении узконаправленный луч (см. рисунок). Во многих случаях использования параболических отражателей желательно затенить лампу и направленный свет прибора, чтобы снизить в определенном направлении ослепительный свет. Это может быть достигнуто применением жалюзи, перекрывающих половину отверстия светильника. Применение в параболических и эллиптических отражателях специальных щитков также способствует более рациональному распределению света прибора.

Г. И.

## Киноленка и ее фотографическая обработка

778.11

**Бессеребряный кинофильм, Perspective, 1965, 7, № 1, 59—60.**

Процесс Кальвара, первоначально предназначенный для микрофильмирования, оказался пригодным для кинематографии, а именно для печати фильмокопий с негативов. Процесс основан на разложении некоторых диазосоединений, включенных в термopластический материал; получается чувствительный к ультрафиолетовым лучам слой. Выделяющийся при разложении газообразный азот и другие летучие вещества образуют при последующем нагревании пузырьки диаметром от 0,5 до 2 мк. Состоящее из таких пузырьков изображение имеет при обычном рассматривании малую оптическую плотность, но в условиях проекции плотность сильно возрастает, например, от 0,6 до 1,7 и выше, по мере уменьшения апертуры проекционной системы. Изготовление фильмокопий по способу Кальвара обладает существенными преимуществами по сравнению с обычным способом: не требуется затемнения при печати, поскольку короткое экспонирование искусственным светом практически не оказывает влияния, обработка производится простым нагреванием;

пленку можно пропускать через нагревательное устройство с такой же скоростью, с какой происходит печать.

После проявления нагреванием пленка фиксируется продолжительным экспонированием ультрафиолетовыми лучами с последующим хранением в течение нескольких часов (без нагревания). Основа пленки может быть особо тонкая, полиэфирная или обычная.

В. А.

77.023.417.3

**Метод быстрого проявления, Photo-Ciné-revue, 1965, № 5, 168.**

Обычный способ обработки (применительно, например, к пленке «Агфа Изопан F») состоит в проявлении при 20° в родинале, разбавленном в отношении 1:75, в течение 14—18 мин, с последующим ополаскиванием 1 мин и фиксированием 5 мин в кислом фиксаже; окончательная промывка в проточной воде 20 мин, наконец, обработка 1 мин в растворе смачивающего вещества; общая продолжительность 41 мин. В предлагаемом быстром способе продолжительность обработки сокращается до 9 мин. Обработывают пленку 2 мин при 20° в роди-

наловом проявителе, разбавленном в отношении 1:20, после чего добавляют в проявитель 20 мл «Комбификс (CombiFix) Агфа» на 200 мл раствора. Пленку обрабатывают в таком проявителе 3 мин при постоянном перемешивании; промывают 2 мин, после чего погружают в метиловый спирт на 1—2 мин. «Комбификс» представляет собой спиртовой раствор очень концентрированного фиксажа, вызывающий при прибавлении в проявитель очень быстрое фиксирование. «Комбификс» можно использовать и для нормальной обработки без какой-либо потери качества изображения. Если желательно, чтобы после быстрой обработки проявленная пленка хорошо сохранилась, в дальнейшем ее можно промыть в течение 10 мин и затем обработать 1 мин в растворе смачивающего вещества.

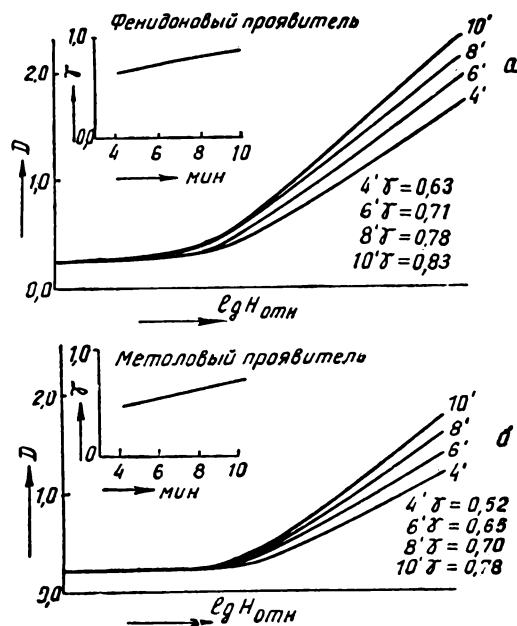
В. А.

771.72

**Сравнительное исследование фотографических свойств фенидоновых и метоловых проявителей,** Элизабет Стрэтлинг, Bild und Ton, 1965, 18, № 4, 115—119.

Исследовались свойства фенидонгидрохинового проявителя по сравнению с метоловым с пленкой дубльнегатив DN/2 (прежнее название дубльнегатив А), а также для сравнения с пленкой для промежуточного позитива DP-2 (прежнее название дубльнегатив Е) и пленкой негативной суперпан. Фенидонгидрохиновый проявитель имел следующий состав: сульфит натрия — 75,0 г, гидрохинон — 2,0 г, бромистый калий — 1,0 г, фенидон — 0,2 г, вода — до 1 л; состав метолового проявителя: метол — 8,5 г, сульфит натрия — 80,0 г, сода — 5,0 г, бромистый калий — 1,0 г, вода — до 1 л. Результаты для пленки DN приведены на рис. а и б; из них видно, что в фенидонгидрохиновом проявителе достигаются более высокие значения  $\gamma$  при одном и том же времени проявления. Исследовалось влияние температуры. Повышение на 2° вызывает повышение  $\gamma$  на 0,08; светочувствительность увеличивается; исследовалось влияние концентрации фенидона, которая изменялась от 0,1 до 0,3 г; светочувствительность увеличивалась замедленно,  $\gamma$  оставалась постоянной. Приведены также данные о влиянии изменения концентрации гидрохинона, сульфита и бромистого калия.

Исследовались свойства фенидонгидрохинового проявителя по сравнению с метолгидрохиновым с позитивной пленкой «Орво PF» (прежнее название — тип 2) и с позитивной пленкой «Деко 1255». Состав фенидонгидрохинового проявителя: сульфит натрия — 25 г, гидрохинон — 4,0 г, углекислый натрий — 18,5 г, бромистый калий — 2,0 г, фенидон — 0,2 г; состав метолгидрохинового проявителя отличается только тем, что вместо фенидона проявитель содержит 2 г метола. Установлено, что в случае пленки PF в равные времена достигаются приблизительно равные значения  $\gamma$  в двух испытанных проявителях, а в случае пленки «Деко-1255» значение  $\gamma$  при фенидонгидрохиновом проявителе несколько выше. Повышение температуры меньше сказывается на фенидонгидрохиновом проявителе. Далее изменялась концентрация фенидона от 0,1



до 0,3 г/л. Установлено, что  $\gamma$  почти не изменялась, а светочувствительность возрастала подобно тому, как в случае негативного проявителя. Делается вывод, что фенидоновый и метоловый проявители очень близки по своим фотографическим свойствам.

В. А.

771.72

**Простой спектрофотометрический (или колориметрический) метод определения метола в проявляющих растворах,** П. Х. Гор, Р. Дж. Ньюмен, Journ. Photogr. Sci., 1965, 13, № 2, 82—83.

Рекомендуется простой и быстрый метод определения метола с точностью до 2%, основанный на образовании красно-коричневого комплекса метола с хлорным железом.

(А) 1 объемную часть проявителя смешивают со свежеприготовленным (нейтрализованным посредством разбавленного раствора аммиака) раствором хлорного железа, причем последний берется в некотором избытке (так что интенсивность окраски далее не увеличивается), затем прибавляют 2%-ный раствор сульфита до 40 объемных частей.

(Б) К 1 объемной части стандартного раствора метола (1,7 мг на 1 мл) прибавляют 1 объемную часть раствора хлорного железа (2,76 мг  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на 1 мл) и доводят объем до 40 объемных частей так, как указано выше. (А) непосредственно сравнивается с (Б) в колориметре, или строится калиброванная кривая (зависимость поглощения при 420 нм от концентрации метола) и производится измерение испытуемого раствора при этой длине волны в спектрофотометре.

В. А.



## КНИГА ОБ ОСНОВАХ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В этом году вышло третье, переработанное и дополненное издание книги Ю. В. Костыкова и В. Д. Крыжановского «Основы телевидения»<sup>1</sup>. В ней изложены элементарные основы черно-белого, цветного и объемного телевидения и рассмотрено его современное состояние. По характеру изложения книга доступна широкому кругу читателей, знакомых с физическими основами радиотехники.

В начале рассмотрены элементы светотехники, оптики и физиологии зрения, а также принципы построения телевизионных систем, в том числе и первые проекты таких систем.

Далее следует изложение сведений о фотоэффекте, фотоэлементах, фотоэлектронных умножителях и элементах электронной оптики.

Большое внимание уделено передающим телевизионным трубкам всех известных типов и перспективам их развития. Рассмотрены также приемные телевизионные трубки. Основное место отведено кинескопам с круглыми и прямоугольными экранами, проекционным кинескопам, кинескопам для систем с бегущим лучом, для фотографирования телевизионных изображений на киноплентку, для малокадровых телевизионных систем.

Описаны все виды и характеристики телевизионных усилителей, телевизионные развертки, спектры телевизионных сигналов и телевизионные генераторы, а также каналы для передачи телевизионных сигналов.

Достаточно полно рассмотрены фидерные линии и антенны метрового и сантиметрового диапазонов волн.

Дана общая характеристика приемных телевизионных устройств, в том числе высокочастотной части приемника, канала изображения, синхронизации и блока развертки.

Подробно рассмотрена проблема большого телевизионного экрана. Здесь авторы останавливаются на применении больших приемных трубок, увеличительных линз, проекционных и светоклапанных систем, а также систем с промежуточным фильмом.

Переходя к вопросам цветного телевидения, авторы последовательно рассматривают аппарат цветного зрения, системы цветного телевидения, способы сокращения полосы частот, совместимые системы цветного телевидения, трехцветные кинескопы, объемное (стереоскопическое) зрение и, наконец, объемное телевидение.

Затем следуют сведения о фототелеграфии и способах записи телевизионных изображений. Рассмотрены: магнитная запись сигналов изображения, запись на киноплентку и фотографирование с экрана кинескопа.

Одна из заключительных глав книги посвящена технике телевизионного вещания и промышленного телевидения. Здесь описаны телевизионные центры, аппаратно-студийный комплекс, передающая телевизионная станция, маломощные ретрансляторы, промышленные телевизионные установки.

В конце книги даны характеристики приборов для налаживания телевизионной аппаратуры.

В приложении приведена простейшая методика ремонта телевизоров.

Из изложенного следует, что книга охватывает почти все разделы телевизионной техники. Написана она простым, четким языком, хорошо иллюстрирована, нет громоздкого математического аппарата. Основное внимание уделено физической сущности рассматриваемых процессов. Все это делает книгу ценным пособием для читателей, желающих изучить телевизионную технику.

К числу недостатков книги можно отнести почти полное отсутствие описаний и примеров применения в телевидении полупроводниковой техники. Это следует учесть при последующем переиздании книги.

<sup>1</sup> Ю. В. Костыков, В. Д. Крыжановский. *Основы телевидения*. Военное издательство. 1965, 440 стр. Тираж 50 000 экз.

## «ТЕХНОЛОГИЯ СЪЕМКИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ФИЛЬМОВ»

Под таким названием в 1965 г. была издана книга В. Б. Толмачева, посвященная одному из актуальных вопросов техники кино и телевидения<sup>1</sup>.

В ее первой главе рассмотрены современные способы прямой и электронной съемки телевизионных фильмов. Среди них: однокамерный прямой и многокамерный прямой. Приведены также способы видеозаписи при электронной съемке телевизионных фильмов.

Во второй главе проанализированы изобразительные свойства телевизионных фильмов. При этом учтены особенности телевизионного показа. Рассмотрены вопросы: о передаче деталей при съемке и показе телевизионных фильмов, об ограничениях резкости изображения в зоне фокусировки и о градиционных характеристиках телевизионных фильмов и возможностях их нормализации.

Технические условия съемки телевизионных фильмов изложены в главе третьей. Здесь даны нормы на размеры изображения, технические требования

к съемочным объективам, требования к диафрагмированию объективов и к уровню освещенности сцены при многокамерной павильонной съемке.

В заключительной главе «Операторское освещение при многокамерных съемках» описаны осветительная оснастка современных телевизионных студий, средства дистанционного управления светом, пульта управления светом с предварительным набором световых программ, системы управления светом с автоматической записью световых программ. Кроме того, рассмотрены производственные возможности, создаваемые при централизованном регулировании операторского освещения, а также новейшие способы осветительной оснастки для многокамерной съемки телевизионных фильмов.

Приведена обширная библиография по отечественной и зарубежной литературе.

Книга является весьма полезным пособием для инженерно-технических работников кино- и телевизионных студий, телецентров и специалистов смежных областей.

А. Я.

<sup>1</sup> В. Б. Толмачев, Технология съемки телевизионных фильмов. «Искусство», 1965, 168 стр. Тираж 3000 экз.

### ИВАН ПЕТРОВИЧ ЗАХАРОВ

Скорпостижно скончался Иван Петрович Захаров — известный специалист в области телевизионной техники, кандидат технических наук, заведующий кафедрой Ленинградского оптико-механического института, член редколлегии нашего журнала.

И. П. Захаров родился в 1911 г. В 1937 г. окончил Ленинградский электротехнический институт имени В. И. Ульянова (Ленина) и с этого времени работал в электротехнической и радиоэлектронной промышленности. Много сил отдал Иван Петрович созданию и совершенствованию оборудования для телевизионного вещания и прикладного телевидения. Он выступал со многими научно-техническими статьями, написал ряд брошюр по телевизионной технике.

С 1959 г. И. П. Захаров был членом редколлегии журнала «Техника кино и телевидения» и активно участвовал в его работе.

Преждевременная смерть прервала деятельность видного ученого и педагога и не дала осуществить многие его творческие планы.

Память об Иване Петровиче Захарове сохранится на многие годы.



## МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

«Химия в промышленности, строительстве  
и сельском хозяйстве», Москва, 1965 год

XX век — век химии, ибо нет другой области в науке и технике, в которой был бы так значителен прогресс, как в химии. Химия проникла в промышленность и прежде всего в машиностроение, легкую и пищевую промышленность, сельское хозяйство, науку и культуру. Успехи химии полимеров позволили создавать материалы с заранее заданными физико-механическими свойствами, которые получили широкое использование в промышленности и строительстве. Природа химического производства, успехи электроники и математики создали условия для всесторонней автоматизации химического производства и создания автоматического регулирования процессов химической технологии.

Велики успехи химии в области познания строения вещества: новые методы анализа — спектрография, хроматография, ядерно-магнитный резонанс, проникновение в тайны ядерных процессов, радиационная и космическая химия, плазменные процессы — вот те области, где химия сегодня открывает новые страницы знания.

Все это представлено в 22 павильонах 20 стран мира на выставке в Сокольниках.

750 участников выставки экспонировали свою продукцию. Наибольшее количество участников представлено: ФРГ (164), Японией (144), Францией (138), Англией (76). Среди крупнейших капиталистических фирм представлены, например, Юнион Карбайд (США), имеющая более 350 предприятий в 50 странах мира, на которых работает более 100 000 человек; Фарбенфабрикен Байер АГ (ФРГ), на предприятиях которой работает 78 000 человек и которая выпускает на рынок более 6200 различных химических продуктов; Империял Кемикл Индастриз Лимитед Ай-Си-Ай (Англия), выпускающая 12 000 наименований различных химических веществ, и т. д.

Экспонаты, представленные на выставке, охватывают самые различные области химической промышленности и науки и, конечно, в небольшой обзорной статье можно описать лишь небольшое их число.

Для производства и обработки кинофотоматериалов требуется применение широкого ассортимента органических и неорганических веществ самого различного назначения; к таким веществам относятся пластификаторы основы пленки, антистатические вещества, лаки, сенсibilизаторы, стабилизаторы, смачиватели, дубители, компоненты цветного проявления и другие продукты тонкого органического синтеза; различные растворители, полимеры для полу-

чения основы, неорганические соли, кислоты, щелочи — продукты большой химии. Наблюдаемый в последние годы прогресс в киноленточной промышленности обусловлен общим успехом и развитием химической промышленности. Эти успехи создали условия для улучшения фотографических и физико-механических свойств кинофотопленок.

Фотографическая химия представлена продукцией СССР, ГДР (ОРВО), Польши (Фотон), Бельгии (Геверт-Агфа), Японии (Фуиджи). Наши химические заводы экспонировали различные образцы черно-белых кинонегативных (КН-1, КН-2, КН-3, КН-4) и других пленок, цветных кинопленок (ДС-5, ЛН-5, ЦП-7, ЦП-8, ЦО-2, КП-4), магнитных лент и других материалов. ГДР и Польша представили широкий ассортимент продукции кинофотопленок различного назначения, в том числе и материалы высокой чувствительности, а ОРВО также и магнитофонные ленты.

Значительных успехов в области фотографического производства достигли наши польские друзья, которые создали передовую киноленточную промышленность, выпускающую широкий ассортимент светочувствительных материалов высокого качества и различного назначения.

Геверт-Агфа в основном экспонировала обработанные материалы различных сортов фотопленки и фотографической бумаги (цветной и черно-белой), кинопленки, рентгеновские пленки, пленки и фотобумаги для репродукционных работ и других материалов.

Фирма Фуиджи представила широкий ассортимент кинофотопленок для различных целей, магнитофонные ленты, обладающие высокими техническими показателями. К сожалению, ряд мировых фирм, например Кодак, Дюпон, Феррания, на выставке отсутствовали.

Широко на выставке представлено химическое машиностроение и средства автоматизации производства. Ряд фирм экспонируют средства автоматического управления производственными процессами. Представлены датчики различных параметров процесса — температуры, влагосодержания, плотности, вязкости и т. п., посредством которых создаются средства автоматического регулирования. Такие автоматические системы были представлены, например, английской фирмой Эллот-Отомейшн, выполняющей поставки для СССР, Фоксборо-Йоксхолл, Тейлор-Инструмент и др. Ранее на японской выставке в Москве фирма Хокусин также демонстрировала системы автоматического управления техно-

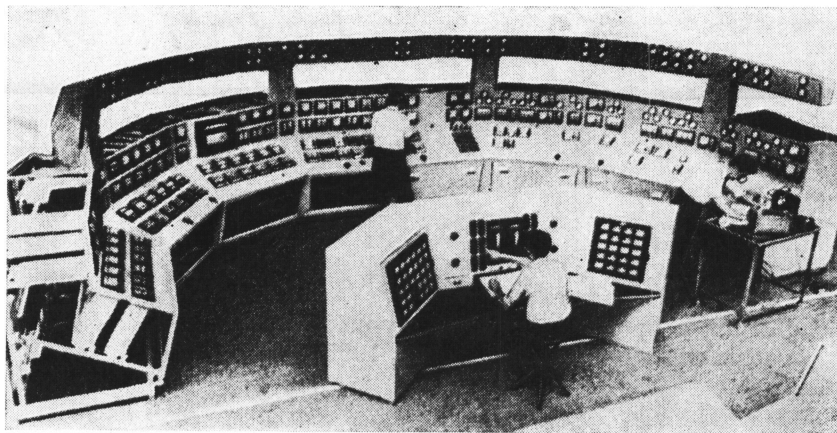


Рис. 1 Пульт диспетчерского управления технологическим процессом на заводе Фоксборо-Йоксола (Англия)

логическими процессами химической промышленности. На рис. 1 представлен пульт диспетчерского управления технологическим процессом на заводах Фоксборо-Йоксола (Англия).

Из многочисленного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры особый интерес представляют различные дозирующие устройства для жидкостей, которые с успехом могут быть использованы в нашей промышленности. Так, например, фирма Лева Херберт Отт (ФРГ), Браун и Люббе (ФРГ) представили широкий набор поршневых, мембранных и сильфонных дозирующих насосов, изготовленных из нержавеющей стали, стекла, пластмасс, керамики и других специальных материалов; насосы снабжены устройствами автоматического регулирования; при помощи их можно дозировать жидкости, суспензии, эмульсии и т. п., от минимальных объемов (несколько мл/час). На рис. 2 представлен разрез дозирующего насоса фирмы Лева. Аналогичные дозирующие устройства рекламируются и некоторыми другими фирмами, например Метеринг (Англия), и др.

Большой интерес также представляют и электромагнитные расходомеры, которые используются для

дозирования растворов электролитов переменной вязкости; для фотографических эмульсий использование насосов такого типа целесообразно. Электромагнитные расходомеры экспонировались фирмами Экардт (ФРГ), Хокусин (Япония) и др.

Для измерения температуры представлен ряд полупроводниковых устройств, производящих измерение температуры за очень малые промежутки времени и передающих сигналы на расстояние; такие устройства экспонировали, например, фирмы Термофил (ФРГ), Сименс (ФРГ) и др. Очень интересны устройства для измерения температуры на некотором расстоянии от поверхности, дистанционные устройства, например «Ардометр» и другие аналогичные устройства фирмы Сименс (ФРГ); на рис. 3 приведена схема такого устройства. Использование дистанционных, не соприкасающихся с поверхностью измерителей температуры имеет большое значение для регулирования и исследования работы сушилок в киноплочном производстве. На выставке также представлены высокоточные автоматические психрометры, например фирмы Электронево (Швейцария).

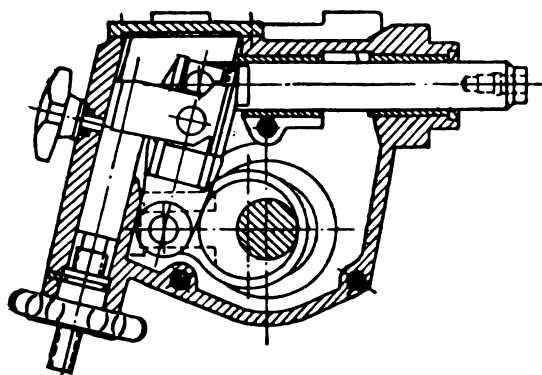


Рис. 2 Разрез дозирующего насоса фирмы Лева

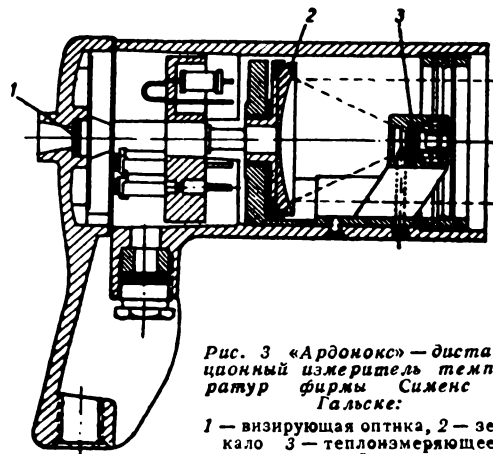


Рис. 3 «Ардометр» — дистанционный измеритель температур фирмы Сименс и Гальске:

1 — визирующая оптика, 2 — зеркало, 3 — теплонизмеряющее устройство

На выставке были представлены тысячи различных химикатов, предназначенных для народного хозяйства. Из химикатов, которые экспонировались фирмой Фарбенфабрикен Байер АГ в Ливеркузене (ФРГ), следует отметить разработанный несколько лет назад полимер «Макралон» — поликарбонатный полимер, который может найти применение для изготовления высокопрочной основы киноплёнок и магнитных лент. Другой полимер «Новадур РАЛ/2С» — сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола — конструкционная пластмасса, сочетающая хорошие механические свойства со способностью к гальванизации; гальванизированные детали из «Новадура» легки на вес, прочны, не деформируются и обладают зеркальной, глянцевой поверхностью. Новый материал находит применение в радио-, электронной и электроакустической промышленности.

Фирма Фарберверке Хёхст АГ (ФРГ) экспонировала на выставке ряд новых консервирующих средств и антиоксидантов, загустителей и связующих, например «Тилоза С» — карбоксиметилцеллюлоза и др., упаковочные материалы, из которых можно отметить «Целлометалл» — сложную плёнку из целлофана и алюминия, непроницаемую для водяного пара и ультрафиолетовых лучей, «Хостафан РЕ» — полиэфирную плёнку с покрытием из полиэтилена, которая рекомендуется для упаковки влажных и пастообразных материалов, и др.

Представляют определённый интерес для фотобумажной промышленности и для изготовления упаковочных материалов выпускаемые фирмой Хёхст продукты для облагораживания поверхности бумаги, например «Мовелит» — дисперсия поливинилацетата для нанесения разных слоёв и склейки бумаги и картона, «Торолон» различных марок для антистатического облагораживания бумаги, понижения ее влагоемкости и т. п.

Фирма Хёхст выпускает также большой ассортимент полиэтиленгликолей с различным молекулярным весом, которые широко применяются во многих отраслях промышленности — резиновой, текстильной, а также киноплёночной в качестве поверхностно-активных и вспомогательных веществ. В таблице приведены характеристики полиэтиленгликолей фирмы Хёхст:

Тип полиэтиленгликолей	Средний молекулярный вес	Точка застывания	Вязкость в сп при 25° С		Гидроксильное число, мг КОН/г
			неразбавленный	50%-ный раствор	
200	190—200	Около 50	46—53	—	533—539
300	285—315	—16——12	66—74	—	356—392
400	380—420	—2— 6	85—95	—	271—299
600	570—630	17—22	130—150	13—15	178—197
1000	950—1050	35—40		18—22	107—118
1 00	1400—1600	44—48		28—34	70—80
2000	1900—2200	48—52		40—48	51—59
4000	3000—4800	53—58		90—120	23—29
6000	5600—7000	55—60		170—220	16—20
10 000	8500—11 500	55—60		400—600	9,65—13,0
15 000	13 000—17 000	Около 60		1000—1500	6,6—8,6
20 000	Выше 17 000	Около 60		Выше 2000	Меньше 6,5

Известная английская фирма Ай-Си-Ай имеет большой опыт по производству волокна и плёнок

«Терилен» — полиэтилентерефталатных плёнок. Последние используются в качестве основы для магнитных лент и кинофотоплёнок. Эта фирма также освоила интересные поверхностно-активные вещества, имеющие в своем составе активные катионные и анионные группы; такие смешанные вещества получают на основе четвертичных аммониевых солей, имеющих длинную алкильную цепь, содержащую сульфогруппу.

Серьезного внимания заслуживает рекламируемый фирмой Кокусай Касэй Коша К. К. Лтд (Япония) химический препарат Кока-Рокэм, защищающий металлы от коррозии. Прибавление Кока-Рокэм в промышленную воду позволяет создать на металлических поверхностях устойчивые плёнки, предохраняющие промышленные машины, аппараты, трубопроводы и другие устройства от коррозии, а также предотвращающие накопление на их стенках отложений.

Этот уникальный препарат обладает поистине революционными свойствами, решающими одну из сложнейших проблем сохранения металлических машин и механизмов от коррозии. Препарат полностью очищает поверхность металлов, способствует повышению коэффициента теплопередачи; его можно использовать с любой водой: морской, водопроводной, сточной, загрязненной различными примесями и т. д., причем независимо от этого препарат дает одинаковый эффект. В состав Кока-Рокэм входят соединения цинка, марганца, особые силикаты, а также небольшое количество керосина. Обработка поверхностей Кока-Рокэм производится один раз в месяц, для чего препарат вводится в воду. Через 5—6 минут после введения препарата в воду уже начинается его действие. Время образования устойчивой плёнки составляет для стоячей воды от 3 до 24 часов, в проточной — от 4 часов до 4 суток.

Для киноплёночных предприятий и фабрик массовой печати, испытывающих большие трудности вследствие коррозии, Кока-Рокэм представляет большой интерес.

Кроме перечисленных фирм, на выставке принимали участие и ряд других ведущих фирм социалистических и капиталистических стран. Широко представлена продукция таких социалистических предприятий как Реанал (Венгрия), Хемапол (Чехословакия), Буна-Шпокау (ГДР) и др., а также Геркулес Паудер Компани — одной из основных производителей химикатов в США; швейцарской фирмы ЦИБА, которая наряду с красителями для текстильной промышленности и синтетическими смолами выпускает и фотохимические изделия; свою многочисленную продукцию выставляет и французский химический концерн Рон-Пуленк.

Развитие химии полимеров сопровождалось разработкой серий различных приборов для изучения свойств этих веществ; многие из этих приборов представляют большой интерес для нашей промышленности; на этих приборах остановим наше внимание.

Английская фирма В энд Т Авери Лтд экспонировала наряду с другой аппаратурой приборы для испытания материалов на удельное скручивание, твердость, сжатие, изгиб; среди них особенно интересен твердомер, позволяющий производить измерения с точностью до 0,0002 мм. Одной из ведущих японских фирм по производству приборов для испытания различных, в том числе и плёночных материа-



лов, является фирма Тойо Сэйки, выпускающая ряд новых автоматических приборов многоцелевого назначения. Среди приборов этой фирмы следует отметить аппарат для изучения деформации (растяжения или сжатия); этот прибор имеет широкий диапазон изменения условий опыта: скорость деформации от 1 до 500 мм/мин, прочность материала от 0 до 500 г (одна область деформаций) и от 0 до 50 кг (вторая область деформаций), расстояние между зажимами около 300 мм. Прибор снабжен автоматическим устройством для записи результатов измерений.

Интересен прибор для исследования растяжения при динамической нагрузке (разрывная прочность при ударе) с самопишущим устройством. Сила удара измеряется при помощи тензометра, прикрепленного к нонуусу, и записывается с помощью фототранзистора; скорость удара — 3,3 м/сек, угол взлета копра 125°, нагрузка до 50 кг. Специально для изучения разрывной прочности пленочных материалов фирма выпускает аппарат (модель TSS) с самопишущим устройством; при испытании на образец с определенной высоты падает стрела с прикрепленным вместо острого шаром, разрезанным на две части; полученная при падении шара разрушающая сила делится пополам и принимается за величину разрывной прочности. Эта фирма также выпускает динамометр Шоппера с самопишущим устройством, оборудованный двумя шкалами для напряжения до 100 кг, со скоростью растяжения 600 мм/мин и зажимной длиной 950 мм. Для изучения тепловых деформаций рекомендуется «Строграф». Этот аппарат позволяет изучать поведение пленочных материалов при различных температурных, влажностных и скоростных условиях деформации; опыт проводится с точностью до 0,5% и в пределах скорости от 0,5 до 500 мм/мин, нагрузке от 5 г до 2000 кг, температурах от —30 до 150°С.

Фирма также рекомендует прибор для определения термомеханических свойств пленок, работающий в пределах температур от 20 до 250° при скорости изменения температуры 2 град/мин, нагрузке от 23 до 1360 г при зажимной длине от 25 до 127 мм.

Для изучения светостойкости фирма рекомендует прибор, в котором материал подвергается старению под действием света, создаваемого угольной дуговой лампой мощностью 4,5 кВт или ксеноновой лампой мощностью 4 кВт; в приборе испытывается одновременно до 40 образцов на светостойкость и 16 образцов на погодостойкость.

Фирма Цвик (ФРГ) выставила большое число различных автоматизированных приборов для испытаний полимерных материалов по их физико-механическим и реологическим свойствам. Фирма Брабендер (ФРГ) также представила большое число приборов для испытаний пластмасс и резины. Наиболее интересными из серии приборов Брабендера является пластограф, позволяющий оценивать физические свойства полимеров в процессе механического воздействия. Фирма Брабендер также представила климатические камеры, позволяющие создавать различные климатические условия для проведения испытаний полимерных материалов. Эти камеры имеют широкий диапазон изменения температур (от —20 до 120°) и влажности (от 10 до 95%); размеры камер колеблются от 125 л до 9 м³ при сравнительно малом расходе энергии — от 3 до 10 кВт.

Климатические камеры с автоматически поддерживаемым переменным режимом для температур от

—30 до 150° представила фирма Дейче Ваген унд Maschinenfabrik (западный Берлин).

Следующая большая группа приборов, экспонированных на выставке, предназначена для физико-химических исследований. Среди этих приборов особенно большое распространение получили различные спектрофотометры, позволяющие проводить исследования в различных видимых и невидимых областях спектра. Народное предприятие Карл Цейсс (ГДР) экспонирует инфракрасный спектрофотометр UR-10W — прибор, который обладает целым рядом положительных свойств и получил широкое распространение в промышленности и науке.

Очень компактный и высокопроизводительный инфракрасный спектрофотометр выставлен английской фирмой Уникам Инструментс Лтд. Прибор имеет самопишущее устройство, работает в области 12,4—2 мк, а также спектрофотометр SP-200, записывающий ультрафиолетовые и видимые лучи в диапазоне от 180 до 700 мкм; имеются модели прибора с диапазоном до 850 мкм; спектрофотометр SP-700, предназначенный для ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной части спектра (186 мкм — 3,6 мк), снабжен отметчиком времени для кинетических и других исследований при постоянной длине волны и термостатированным держателем для образцов.

Четыре типа спектрофотометров выпускает японская фирма Хитачи, два типа — саморегистрирующий с диапазоном 190—2500 мкм и спектрофотометр с ручным управлением с диапазоном 182—1200 мкм — выпускает фирма Шимадзу.

Спектрофотометрическая аппаратура фирмы Бекман (Швейцария) включает три группы приборов: 5 инфракрасных спектрофотометров, регистрирующие спектрофотометры для исследований от дальней ультрафиолетовой области до ближней инфракрасной области и упрощенный спектрофотометр с диапазоном от 205 до 770 мкм, который может давать как непосредственные показания на шкале, так и производить записи самопишущим устройством. Фирма Бекман обеспечивает своей аппаратурой весь комплекс спектрофотометрических работ, начиная от тонких исследований и кончая приборами для массовых измерений на производстве.

Ряд фирм экспонировали pH-метры высокой точности, измеряющие до 0,001 единицы, газовые и другие хроматографы и т. д. Фирма Бекман экспонировала автоматический анализатор аминокислот, работающий с использованием ионообменных смол.

На выставке представлены различные ионообменные смолы для очистки водных растворов и воды. Фирма Зеролит (Англия) представила большое число ионообменных смол и колонок; смолы этой фирмы получены с новой структурой — изотропной, обладают высокими ионообменными свойствами.

Все лабораторные приборы оформлены очень тщательно и красиво, удобны в работе, а главное — в большинстве снабжены автоматическими устройствами для обеспечения режима опыта и регистрации его результатов. На выставке была представлена также и лабораторная мебель, обеспечивающая удобство работы и красоту лабораторного помещения.

М. А. АЛЬПЕРОВИЧ,  
С. М. ЛЕВИ,  
И. М. ФРИДМАН

## УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ в 1965 г.

Новое в технике производства фильмов (итоги и планы):  
Работы НИКФИ. В. Г. Комар. 1; 1.  
Разработки МКБК. И. М. Захаров. 1; 8.  
На киностудии «Мосфильм». Г. И. Хазанов. 1; 14.  
На киностудии «Ленфильм». И. Н. Александер. 1; 19.  
На киностудии «Узбекфильм». Я. Г. Сорочинский. 1; 24.

Использовать новейшие достижения науки и техники в кинопроизводстве. 4; 1.

Новая технология многопрограммного телевизионного вещания. И. А. Росселевич. 5; 1.

IV Международный кинофестиваль в Москве. Технический конкурс фестиваля. Е. М. Голдовский. 9; 1.

### Научно-технический отдел

#### № 1

Развертывающие устройства и характеристики видеоманитрофонов. В. И. Пархоменко. 25.

Исследование контратипирования черно-белых кинонегативов на различных контратипных киноплёнках. Л. П. Крылов. 36.

Звукоусилительная аппаратура для залов многоцелевого назначения. А. Р. Пригожин. 48.

Следует ли переходить на магнитную фонограмму вместо фотографической? И. К. Цивадиц, В. Ф. Ващенко, П. Юлис, В. Л. Трусько, А. В. Чернооченко, А. Ф. Векленко. 51.

Информационная оценка оптимальных параметров оптического звена обзорной телевизионной системы. Б. И. Рапопорт. 53.

Регулирование процесса накопления в суперорбитальных телевизионных камерах. В. И. Кончин, О. В. Гончаров, Л. И. Хромов. 59.

#### № 2

Объективный критерий информационной способности кинофотоматериалов. Г. А. Истомин. 1.

Об электронном растривании полупроводниковых изображений. Г. Н. Грязин. 13.

Метод оценки спектральной чувствительности некоторых светоприемников. Я. Полашек (Чехословакия). 17.

Исследование системы автоматической подстройки фазы приемника ЦТ. Л. Н. Щелованов. 21.

Мощные транзисторные каскады с малыми нелинейными искажениями. Ю. И. Цапин. 27.

Зависимость долговечности ксеноновых ламп СВД переменного тока от типа балласта. Д. А. Гоухберг. 35.

О рациональных параметрах мальтийского механизма универсального кинопроектора для 35- и 70-мм фильмов. И. М. Фонарь, Х. А. Добромислина. 42.

Оптический метод измерения толщины наноса фотографической эмульсии. Л. Г. Гросс, В. И. Леонтьева, В. В. Казаков. 51.

Об изменении размеров 8-мм киноплёнки. Е. М. Голдовский. 54.

Применение гироскопов в киносъемочной технике. Н. Л. Кульчицкий. 61.

#### № 3

Формирование градационных показателей «тонко-слойных» киноплёнок. В. Л. Зеликман, Т. Н. Устинова. 1.

Киносъемочный аппарат «Мир». А. Г. Кашехлев. 13.

Характеристики электродвигателей киноаппаратуры при питании от полупроводниковых преобразователей. Е. И. Усышкин, Е. Л. Россовский. 19.

Центральная аппаратная телецентра. Н. Г. Галахова, Н. Р. Кацнельсон. 25.

Переходные характеристики передающих трубок. О. В. Гофайзен. 34.

Расчет объективов Шмидта для систем проекционного телевидения. Р. В. Воронов. 38.

Миниатюрный видикон. Н. Л. Артемьев, Н. П. Селливерстова, Л. В. Астахина. 43.

Кодирующее устройство стереоцветной телевизионной системы. В. С. Шумляев. 45.

Опыт производственного опробования латенсификации пленки ДС-5. Ц. С. Арнольд, Л. П. Крылов, Г. Г. Шевяков. 50.

О системе широкоэкранного кино с кашетированием кадра. 52.

#### № 4

К вопросу о функциональной взаимозаменяемости видеоманитрофонов. А. К. Кутай, И. И. Балонкина, Р. С. Кайрук. 5.

Определение качества телевизионной передачи вдоль строки. Г. А. Эйсенгардт. 12.

Работа телевизионной передающей трубки непосредственно на кабель. Ю. Г. Миненко. 19.

Исследование эффективности пучка и вторичной эмиссии в видиконе. В. Л. Македонский, Р. М. Степанов. 24.

Исследование схемы апертурно-фазовой коррекции. С. А. Суслонов, Н. Г. Духанин, А. В. Смирнов. 29.

Особенности развития кино и телевидения в Народной Республике Болгарии. Ст. Шарланджиев, Д. Диков. 33.

Лентопротяжный механизм с высокой стабильностью мгновенной скорости носителя. А. В. Михневич. 40.

Транзисторный стабилизатор напряжения с улучшенным сглаживанием пульсации. Г. С. Векслер. 47.

О некоторых причинах нестабильности процесса обработки цветных позитивных киноплёнок. С. Е. Тихонович, Л. С. Севастьянова. 51.

Нейтрализация электростатических зарядов при производстве кинофотоплёнки. В. Н. Шихов, В. В. Ткачев. 56.

#### № 5

Важнейшие задачи развития узкоплёночного кинематографа. В. Г. Комар, Н. Д. Бернштейн. 9.

Определение некоторых качественных характеристик магнитных лент и записывающих устройств. Ю. А. Василевский. 18.

Улучшение неактивного освещения при обработке черно-белой позитивной пленки. Л. Ю. Решников. 25.

Балансирование сигнала цветовой поднесущей в поочередном приемнике. А. К. Кустарев. 35.

Заметность поднесущей в системе ЦТ SECAM. Ж. Дури (Франция). 39.

Передача телевизионного изображения и звука с помощью лазера. С. А. Алякишев, Д. В. Гордеев, Б. М. Милиннис, Е. П. Остапченко. 44.

Новый видикон ЛИ-409. А. Е. Гершберг, Г. В. Кузнецова, З. И. Кузьмина, Н. Н. Михайлов-Теплов, Л. А. Петрова, К. А. Федоров, Л. Н. Чепурин. 50.

Видикон с повышенной разрешающей способностью ЛИ-410. К. И. Бич, А. Е. Гершберг, И. В. Чепурина. 52.

По материалам VI Конгресса УНИАТЕК. Е. М. Голдовский, А. Г. Кашехлебов, Б. Н. Коноплев. 57.

## № 6

Формирование силуэтного сигнала в системе электронной рирпроекции. Б. П. Хромой, В. Н. Ульянов, М. С. Самарин. 1.

Улучшение киноканала, работающего на видиконе. И. И. Шейфис, В. Ф. Родионов, А. А. Соколин, К. О. Загоровский. 8.

О восприятии четкости, контрастности и зашумленности телевизионного изображения. М. В. Антипин. 17.

Индикаторы фокусировки телевизионных камер. А. Г. Кондратьев, Ю. Г. Миненко, М. И. Лукин. 25.

Приборы для определения передаточных функций изобразительных систем. О. А. Герасимова, А. А. Нилов. 30.

Ярко-контрастная характеристика фотоизображения. И. Б. Блюмберг. 40.

Сравнение двух способов измерения визуальной эквивалентно-серой плотности. Л. К. Крупенин. 44.

Киносъемка с усилением света. И. Н. Гоуфман, Е. В. Ксандров. 51.

Акустика нового дубляжного комплекса киностудии «Мосфильм». С. А. Зингер. 57.

## № 7

О преобразовании многоканальной стереофонической фонограммы в монофоническую. М. З. Высоцкий, Ю. М. Орлов. 1.

Частотные характеристики преобразования стереофонической фонограммы в монофоническую. Г. К. Клименко. 6.

Определение коэффициента трения магнитных лент. Д. Г. Луарсабишвили, Е. Ф. Непомнящий. 12.

Звукопоглощающие материалы и конструкции. В. М. Рудник, С. Г. Муравьева, Н. Б. Айзенберг. 15.

О допустимых углах наклона проекции стереокиноизображения. А. Н. Шацкая. 23.

Построение траектории камеры при киносъемках с движения. М. С. Магид. 29.

Полутоновые характеристики телевизионного изображения при передаче негативного фильма. А. В. Выходец. 34.

Электронно-оптическая фильтрация контуров. М. Г. Маркович, Л. А. Ольховицкий, И. И. Цуккерман. 41.

Расчет системы автоподстройки телевизионных камер. Б. С. Тимофеев. 44.

Передача изображения и звукового сопровождения в совмещенной полосе частот. С. И. Катаев, Ю. Б. Зубарев. 50.

Работа видикона с дополнительным считыванием зарядов. С. П. Зеленоборский. 55.

## № 8

Воспроизведение полутонов в крупных деталях телевизионного изображения. Е. Л. Орловский, П. Н. Кулаков, Л. Н. Щелованов, Ю. И. Медников, Ван Юнь-фа. 1.

Цветовая фотографическая широта объектов природы. А. М. Курицын. 12.

Изоэнергетические кривые при стереофонической передаче направленными микрофонами. П. Г. Тагер. 20.

Изготовление фонограмм для широкоэкраных и обычных вариантов широкоформатных фильмов. Е. В. Никульский. 26.

Электрорезонанс. Я. И. Беляев, В. С. Островский. 33.

Из опыта эксплуатации проявочных машин VA-1-35/22 и VA-1-32/22. Б. В. Трофимов, Л. Ш. Резниковская, В. В. Соколов. 38.

Повышение разрешающей способности кинескопов на краях раstra. К. С. Глиненко, З. Д. Грицкий. 44.

О влиянии адаптации на цвет деталей телевизионного изображения. В. В. Печкин. 47.

Соотношение между визуальным восприятием яркости строк раstra и его габаритной яркостью. Ю. П. Сидельковский. 54.

Телевизионная установка для просмотра труб переменного сечения. И. Н. Пустынский, Н. П. Лутошкин, В. В. Подлипский, В. М. Ицкович, В. Ф. Коновалов, В. Г. Рогалев, А. М. Дегтярев, Л. Н. Ощепков. 57.

Изготовление коррекционных пластинок объективов Шмидта. Н. П. Заказов, В. А. Афанасьев. 60.

## № 9

Использование мощных низкочастотных транзисторов в кинотеатральных усилителях. Ю. И. Ципин. 4.

Улучшить методику испытания физико-механических свойств кинофотопленок. Л. В. Розенталь, О. М. Сучкова. 13.

От Суперскопа к Технископу. Е. М. Голдовский. 21.

О магнитной фонограмме на 16-мм фильмокопии.

За улучшение качества магнитной фонограммы. С. С. Лысова, Л. Ю. Решилов. 29.

Производство 16-мм фильмокопий с магнитной фонограммой. В. В. Соколов, Б. В. Трофимов. 32.

О 16-мм фильмокопиях с магнитной фонограммой. И. В. Борисенко, Е. П. Курицина. 35.

Электростатическая фокусировка в видиконе. Н. Л. Артемьев, Т. М. Соколова. 38.

Время разрядки структурной фотомишени видикона. П. Н. Никифоров. 42.

Несинхронная киносъемка с экрана кинескопа. А. Н. Усиков. 45.

Метод задержки видеосигнала при помощи видикона. О. Б. Лурье, Р. Е. Быков, Е. П. Попечитель. 47.

Магнитные накопительные информации в малокадровом телевидении. А. Н. Булгаков, В. А. Барамидзе. 54.

Запись нетелевизионных сигналов на видеоманитофоне. Б. Е. Абрамов. 60.

## № 10

Система цветного телевидения SECAM. И. Н. Денисенко, И. П. Захаров, М. Д. Лебедева. 1.

Приемник ЦТ SECAM. Р. Г. Британишский, А. М. Непомнящий, Л. М. Стрелков, М. Н. Шифрин. 11.

О наблюдении активной части электронного пучка в трубках с накоплением заряда. Я. А. Рыфтин, Л. Л. Полосин. 19.

Коррекция в видеоусилителе. В. Е. Катюхин. 20.

Определение информационных характеристик контурных изображений. Ю. П. Куликовский. 25.

Телевизионная микроскопия в биологии. **Б. Л. Козлов.** 29.

Новое визирное устройство киносъемочной камеры. **Л. Г. Гольштейн.** 35.

Соотношения характеристик зрения. **В. В. Новопашин.** 38.

Графо-аналитический способ расчета лентопро-  
тяжных зубчатых барабанов. **Г. Ю. Просвирнин.** 44.

Расчет рецептуры эмульсии по ее характеристиче-  
ской площади. **И. М. Кишинский.** 54.

Состав парков осветительной аппаратуры киносту-  
дии. **А. Н. Лазарева, В. Г. Пелль.** 57.

О возможных показателях технико-экономической  
эффективности кинопроекторов с различными источ-  
никами света. **Т. В. Дербишер.** 60.

## № 11

Обрамление киноизображения. **Н. И. Гольцман, Л. Г. Тарасенко.** 1.

Вопросы развития узкоплечного профессиональ-  
ного кинематографа и его техники. **А. А. Анашкин.** 13.

О повышении качества звука в кинофильмах. **М. З. Высоцкий.** 21.

Приближенные формулы механического импеданса  
и коэффициентов защиты в блок-стабилизаторах  
скорости. **А. В. Михневич.** 26.

Метод сравнения различных двухканальных сте-  
реофонических систем. **Г. П. Малиновски** (Болга-  
рия). 32.

Выбор и условия обработки фотографических ма-  
териалов для съемки с люминесцентного экрана. **Г. А. Гаврилов, П. С. Кутузов, В. С. Рылов.** 40.

Дистанционное управление объективом «Ленар»  
при мультипликационной съемке. **Е. В. Ксандров, В. И. Сивков.** 45.

Воспроизведение цветных телевизионных изобра-  
жений индексными штриховыми кинескопами. **С. М. Шерайзин, В. В. Однолько.** 49.

Демодулятор видеоманитфона. **Ю. Л. Богород-  
ский, Г. И. Иванов.** 54.

Новая форма синхросигнала для телевизионных  
систем. **Ю. Б. Зубарев, В. Н. Ульянов, Б. П. Хро-  
мой.** 62.

Поперечные характеристики передающих телеви-  
зионных трубок. **О. В. Гофайзен.** 66.

## № 12

О геометрических искажениях в кинематографе. **В. Г. Комар.** 1.

Грейферные механизмы с силовым замыканием. **А. М. Мелик-Степанян.** 12.

Мощные кинопроекторные ксеноновые лампы  
сверхвысокого давления разборного типа. **В. П. Са-  
соров.** 20.

Некоторые проблемы стереофонической записи ин-  
струментальной музыки. **Я. Е. Харон.** 25.

Магнитофонный компрессор. **В. В. Чаадаев, А. Е. Дикусар.** 34.

Воспроизведение полутонов средних и мелких де-  
талей телевизионного изображения. **Е. Л. Орловский, П. Н. Кулаков, Л. Н. Щелованов, Ю. И. Медников, Ван Юнь-фа.** 39.

О визуальной эквивалентности пограничных кри-  
вых яркости. **М. В. Антипин, Л. Л. Полосин.** 47.

Системы автоматической регулировки яркости те-  
левизионных приемников. **Л. Н. Щелованов.** 53.

Юстировка и исследование объективов Шмидта. **Р. В. Воронов.** 59.

## ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА

Применение комплекта стереонасадки «Киев» к  
аппарату «Пентацет-35». **Б. М. Муратовский.** 1; 65.

Использование конденсатора Керра для автомати-  
ческой регулировки уровня видеосигнала. **Я. М. Ра-  
дикийн.** 1; 67.

Кинодекорационные отделочные фактуры из пле-  
нок ПВХ. **Н. П. Камынина, В. М. Левин.** 2; 65.

Расчет метража пленки в рулоне с помощью но-  
мограммы. **Е. А. Зельдин.** 2; 67.

Метод градуировки измерителя освещенности. **А. Л. Левин.** 2; 69.

Съемка эффектов с помощью искажающих стекол. **Я. И. Беляев.** 3; 54.

По итогам Всесоюзного конкурса ГКРТ. **В. Н. Ца-  
рев.** 3; 59.

Электромеханический дозатор растворов. **И. Л. Дышель, Г. М. Ворончихин.** 4; 60.

Упорядочение организации фондусного хозяйства  
на киностудии «Мосфильм». **С. К. Брудник.** 4; 61.

Модернизация проявочной машины типа 40П-1. **Л. А. Ландо, А. Ф. Ярошевич.** 5; 65.

По итогам конкурса ГКРТ. **В. Царев.** 5; 69.

Релейный распределитель напряжений. **И. Б. Пе-  
реславцев.** 6; 62.

Приспособление для печати футажных номеров. **Б. И. Шерман.** 6; 63.

Обесшумливание склеек 35-мм магнитных фоно-  
грамм. Стирание монтажных надписей с поверхно-  
сти магнитного звуконосителя. **Н. Н. Огурцов.** 6;  
65—66.

Апертурный корректор. **В. Г. Распутин.** 7; 60.

Мультиприставка к съемочному аппарату. **Я. И. Бе-  
ляев.** 7; 63.

Устройство, предотвращающее накопление пены  
при обработке пленок. **Н. С. Спасокукоцкий, А. Я. Львова.** 8; 62.

Новые микрофоны для внестудийных телевизион-  
ных передач. **В. Г. Козинский.** 8; 63.

Модернизация проявочной машины типа 9П-12. **Г. И. Хазанов.** 9; 61.

Полупроводниковый датчик для автомата резки  
и упаковки диафильмов. **В. В. Чернявский.** 9; 63.

Реконструкция синхрогенератора ГС-26. **И. С. Ко-  
мар.** 9; 65.

Некоторые причины несовмещения изображения на  
гидротипном позитиве. **А. Г. Шмаков.** 10; 63.

Компенсация уменьшения импульсов гашения. **В. Андреев.** 10; 66.

Механизированная вышка для работы в декора-  
циях. **И. А. Черницкий.** 11; 70.

Синхронный двигатель в ручной кинокамере «Кон-  
вас-автомат». **Э. М. Лейбович.** 11; 73.

Импульсные измерения видеотрактов. **Г. В. Лurie.** 12; 65.

## КИНОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНИКА

Точность синхронизации при 8-мм кинопроекции с  
раздельной фонограммой. **Г. А. Голобородько, В. Н. Мельников.** 1; 69.

Конструктор — киноаппарат — кинолюбитель. **А. С. Тихомиров.** 2; 71.

Народная киностудия «Юность». **Р. А. Юстинов.** 4; 64.

Изображение на обрабатываемых киноплёнках. **Е. А. Иофис.** 10; 68.

### ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ

- 6; 67. 7; 65 (Решительно улучшить качество кинопродукции).  
9; 70 (О конструктивных особенностях аппаратуры телецентра).  
11; 75 (Об использовании гистерезисных двигателей).

### ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

- Воспроизведение телевизионных изображений на большом экране. **Л. Н. Шверник, Д. Д. Судравский.** 1; 71.  
Выставка кино- и телевизионной техники в Милане. **В. И. Ушагина.** 2; 76.  
Централизованное управление операторским освещением. **В. Б. Толмачев.** 3; 63.  
Телевизионный центр Би-Би-Си. 3; 74.  
Передающие телевизионные трубки с длительным хранением изображения. **Л. Ф. Глазман, И. Я. Матид.** 4; 71.  
Пути улучшения качества магнитных лент. **Г. В. Авилов.** 5; 72.  
Новые разработки по магнитным покрытиям для носителей магнитной записи. **И. И. Элиасберг.** 5; 77.  
Осветительные приборы с кварцевыми йодными лампами. **Г. Л. Ирский.** 6; 69.  
Кинотехника Японии. **А. А. Хрушев.** 7; 68.  
Фотопластическая запись. **Ю. А. Василевский.** 8; 65.  
Парижский телевизионный центр. **И. И. Говалло.** 8; 72.  
Кинопроекционная аппаратура на Лейпцигской международной ярмарке. 9; 73.  
Новости чехословацкой киноаппаратуры (с выставки «Кинопта 1965»). 9; 77.  
Приемные трубки для цветного телевидения. **А. П. Ангафоров.** 10; 72.  
8-мм звуковой кинопроектор «Марк-S». 11; 76.  
Нормализация яркостей киноэкранов (Документ ВНИС. Французские материалы по конгрессу ISO 1964 г.). 11; 78.  
Новые светочувствительные материалы ОРВО. 11; 80.  
Новая киносъемочная «Система-35» Митчелл. **М. З. Высоцкий.** 12; 69.

### БИБЛИОГРАФИЯ

- Для будущих операторов. **В. Монахов.** 3; 86.  
Книги по кинотехнике в 1965 г. 3; 87.  
Книги по технике телевидения в 1965 г. **В. А. Бурлянд.** 3; 89.  
«Фокал Лайбрери» (Библиотека «Фокал»). 3; 91.  
Научно-технический сборник «70 лет радио». 5; 87.  
Первая книга по основам кинотелевизионной техники. **Е. Л. Орловский.** 6; 89.  
Книга по основам телевизионных измерений. **Б. П. Хромой, В. Г. Маковеев.** 7; 91.  
Об организации производства кинофильмов. **С. К. Брудник.** 8; 84.  
Книга об основах кинотехники. **Б. Т. Иванов.** 10; 88.  
Книга об основах телевидения. 12; 81.  
«Технология съемки телевизионных фильмов». 12; 82.

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

- Посещение кинопредприятий США советскими киноспециалистами. 1; 90.

- Десятилетие конструкторских бюро кинематографии. 1; 91.  
Восстановление фильма «Чапаев». 1; 91.  
Новая телевизионная магистраль Москва — Берлин. 1; 93.  
Выставка «15 лет ГДР». 1; 94.  
Международные совещания по научной фотографии в 1965 году. 2; 92.  
Любительский кинопроектор «Квант». 2; 93.  
Портативный осветитель с йодной лампой. **Г. Л. Ирский.** 3; 51.  
125 лет фотографии. 3; 92.  
На выставке средств связи США. 3; 93.  
Повышение квалификации инженеров киносети. 3; 95.  
Производственно-экономическая конференция на киностудии «Мосфильм». 4; 91.  
Новые массовые телевизоры. 4; 92.  
«Экран-3». 4; 92.  
60 лет Ф. С. Новикову. 4; 93.  
Семинар «Применение теории информации к задаче передачи изображений». 4; 93.  
В редакции журнала «Техника кино и телевидения». 4; 94.  
Киносъемочный аппарат «Киев 16-3». 5; 71.  
Из воспоминаний о военной кинохронике. 5; 88.  
Фильм о великой победе. 5; 89.  
Первый выход человека в космос. 5; 90.  
Лейпцигской ярмарке — 800 лет. 5; 92.  
В Техническом совете Госкомитета по кинематографии. 5; 93.  
Производство телевизоров в Венгрии. 5; 93.  
Новые достижения космонавтики США. 5; 94.  
X Пленум оргкомитета Союза работников кинематографии СССР. 6; 91.  
Конференция по качеству проектирования. 6; 92.  
Спутник связи «Молния-1». 6; 94.  
Телевидение в учебном процессе. 6; 94.  
Передачи цветного телевидения через спутник «Молния-1». 7; 54.  
Столетие Международного союза электросвязи. 7; 93.  
Совещание работников телевизионных центров Европейской части СССР. 7; 94.  
Совещание по кинотехнике в Чехословакии. 8; 86.  
XXI Всесоюзная научная сессия, посвященная 70-летию изобретения радио. 8; 87.  
Е. А. Иофису — 60 лет. 8; 90.  
«Инфорга 65». 8; 91.  
В Госкомитете по кинематографии. 8; 94.  
Конгресс международного центра связи школ кино и телевидения. 8; 94.  
17-е совещание по научной фотографии. 9; 90.  
Симпозиум по киносъемке в трудных условиях. 9; 92.  
Я. А. Рыфину — 60 лет. 9; 93.  
Стол для ремонта телевизоров типа ТР-0810. 9; 94.  
Новые фотографии невидимой стороны Луны. 10; 10.  
Рассмотрение вопроса о выборе системы цветного телевидения на совещании МККР. 10; 91.  
К 80-летию П. В. Шмакова. 11; 91.  
Ручной операторский кран. 11; 92.  
Международная выставка «Химия в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве». Москва, 1965 год. 12; 83.  
Краткие сообщения. 1; 95. 2; 94. 3; 95. 7; 95.

# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ СТАТЕЙ

- Абрамов Б. Е. 9, 60.  
 Авилов Г. В. 5, 72.  
 Айзенберг Н. Б., Рудник В. М., Муравьева С. Г. 7, 15.  
 Александер И. Н. 1, 19.  
 Алякишев С. А., Гордеев Д. В., Милинкис Б. М., Остапченко Е. П. 5, 44.  
 Анашкин А. А. 11, 13.  
 Ангафоров А. П. 10, 72.  
 Андреев В. 10, 66.  
 Антипин М. В. 6, 17.  
 Антипин М. В., Полосин Л. Л. 12, 47.  
 Арнольд Ц. С., Крылов Л. П., Шевяков Г. Г. 3, 50.  
 Артемьев Н. Л., Селиверстова Н. П., Астахина Л. В. 3, 43.  
 Артемьев Н. Л., Соколова Т. М. 9, 38.  
 Астахина Л. В., Артемьев Н. Л., Селиверстова Н. П. 3, 43.  
 Афанасьев В. А., Заказнов Н. П. 8, 60.  
 Балонкина И. И., Кутай А. К., Кайрук Р. С. 4, 5.  
 Барамидзе В. А., Булгаков А. Н. 9, 54.  
 Беляев Я. И., Островский В. С. 8, 33.  
 Беляев Я. И. 3, 54; 7, 63.  
 Бернштейн Н. Д., Комар В. Г. 5, 9.  
 Бич К. И., Гершберг А. Е., Чепурина И. В. 5, 52.  
 Блюмберг И. Б. 6, 40.  
 Богородский Ю. Л., Иванов Г. И. 11, 54.  
 Борисенко И. В., Курицина Е. П. 9, 35.  
 Британишский Р. Г., Непомнящий А. М., Стрелков Л. М., Шифрин М. И. 10, 11.  
 Брудник С. К. 4, 61; 8, 85.  
 Булгаков А. Н., Барамидзе В. А. 9, 54.  
 Бурлянд В. А. 3, 89.  
 Быков О. Е., Лурье О. Б., Попечителей Е. П. 9, 47.  
 Ван Юнь-фа, Орловский Е. Л., Кулаков П. Н., Шелованов Л. Н., Медников Ю. И. 8, 1; 12, 39.  
 Василевский Ю. А. 5, 18; 8, 65.  
 Ващенко В. Ф., Цивадиц И. К. 1, 51.  
 Векленко А. Ф. 1, 53.  
 Векслер Г. С. 4, 47.  
 Воронов Р. В. 3, 38; 12, 59.  
 Ворончихин Г. М., Дышель И. Л. 4, 60.  
 Высоцкий М. З., Орлов Ю. М. 7, 1.  
 Высоцкий М. З. 11, 21; 12, 69.  
 Выходец А. В. 7, 34.  
 Гаврилов Г. А., Кутузов П. С., Рылов В. С. 11, 40.  
 Галахова Н. Г., Кацнельсон Н. Р. 3, 25.  
 Герасимоза О. А., Нилов А. А. 6, 30.  
 Гершберг А. Е., Бич К. И., Чепурина И. В. 5, 52.  
 Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Кузьминова З. И., Михайлов-Теплов Н. Н., Петрова Л. А., Федоров К. А., Чепурин Л. Н. 5, 50.  
 Глазман Л. Ф., Магид И. Я. 4, 71.  
 Глиненко К. С., Грицкив З. Д. 8, 44.  
 Говалло И. И. 8, 72.  
 Голдовский Е. М. 2, 54; 9, 1; 9, 21.  
 Голдовский Е. М., Кашехлебов А. Г., Коноплев Б. Н. 5, 57.  
 Голобородько Г. А., Мельников В. Н. 1, 69.  
 Гольцман Н. И., Тарасенко Л. Г. 11, 1.  
 Гольштейн Л. Г. 10, 35.  
 Гончаров О. В., Кончин В. И., Хромов Л. И. 1, 59.  
 Гордеев Д. В., Алякишев С. А., Милинкис Б. М., Остапченко Е. П. 5, 44.  
 Гоуфман И. Н., Ксандров Е. В. 6, 51.  
 Гоухберг Д. А. 2, 35.  
 Гофайзен О. В., 3, 34; 11, 66.  
 Грицкив З. Д., Глиненко К. С. 8, 44.  
 Гросс Л. Г., Леонтьева В. И., Казаков В. В. 2, 51.  
 Грязин Г. Н. 2, 13.  
 Дегтярев А. М., Пустынский И. Н., Лутошкин Н. П., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Ощепков Л. Н. 8, 57.  
 Денисенко И. Н., Захаров И. П., Лебедева М. Д. 10, 1.  
 Дербишер Т. В. 10, 60.  
 Диков Д., Шарланджиев Ст. 4, 33.  
 Дикусар А. Е., Чаадаев В. В. 12, 34.  
 Добромислина Х. А., Фонарь И. М. 2, 42.  
 Дури Ж. 5, 39.  
 Духанин Н. Г., Суслонов С. А., Смирнов А. В. 4, 29.  
 Дышель И. Л., Ворончихин Г. М. 4, 60.  
 Загоровский К. О., Шейфис И. И., Родионов В. Ф., Соколин А. А. 6, 18.  
 Заказнов Н. П., Афанасьев В. А. 8, 60.  
 Захаров И. М. 1, 8.  
 Захаров И. П., Денисенко И. Н., Лебедева М. Д. 10, 1.  
 Зеленоборский С. П. 7, 55.  
 Зеликман В. Л., Устинова Т. Н. 3, 1.  
 Зельдин Е. А. 2, 67.  
 Зингер С. А. 6, 57.  
 Зубарев Ю. Б., Катаев С. И. 7, 50.  
 Зубарев Ю. Б., Ульянов В. Н., Хромой Б. П. 11, 62.  
 Зубовский Г. И., Шаблевич Б. И. 6, 67.  
 Иванов Б. Т. 10, 88.  
 Иванов Г. И., Богородский Ю. Л. 11, 54.  
 Иофис Е. А. 10, 68.  
 Иошин О. И. 1, 3.  
 Ирский Г. Л. 6, 69.  
 Истомин Г. А. 2, 1.  
 Ицкович В. М., Пустынский И. Н., Лутошкин И. П., Подлипенский В. В., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.  
 Казаков В. В., Гросс Л. Г., Леонтьева В. И. 2, 51.  
 Кайрук Р. С., Кутай А. К., Балонкина И. И. 4, 5.  
 Камынина Н. П., Левин В. М. 2, 65.  
 Карпинский М. М. 9, 70.  
 Катаев С. И., Зубарев Ю. Б. 7, 50.  
 Катюхин В. Е. 10, 20.  
 Кацнельсон Н. Р., Галахова Н. Г. 3, 25.  
 Кашехлебов А. Г. 3, 13.  
 Кашехлебов А. Г., Голдовский Е. М., Коноплев Б. Н. 5, 57.  
 Килинский И. М. 10, 54.  
 Клименко Г. К. 7, 6.  
 Козинский В. Г. 8, 63.  
 Козлов Б. Л. 10, 29.  
 Комар В. Г. 1, 1; 12, 1.  
 Комар И. С. 9, 65.  
 Комар В. Г., Бернштейн Н. Д. 5, 9.  
 Кондратьев А. Г., Миненко Ю. Г., Лукин М. И. 6, 25.  
 Коновалов В. Ф., Пустынский И. Н., Лутошкин Н. П., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.  
 Коноплев Б. Н., Голдовский Е. М., Кашехлебов А. Г. 5, 57.  
 Кончин В. И., Гончаров О. В., Хромов Л. И. 1, 59.  
 Коровкин В. Д. 7, 65.  
 Крупенин Л. К. 6, 44.  
 Крылов Л. П., Арнольд Ц. С., Шевяков Г. Г. 3, 50.  
 Крылов Л. П. 1, 36.  
 Ксандров Е. В., Гоуфман И. Н. 6, 51.  
 Ксандров Е. В., Сивков В. И. 11, 45.  
 Кузнецова Г. В., Гершберг А. Е., Кузьминова З. И., Михайлов

- Теплов Н. Н., Петрова Л. А., Федоров К. А., Чепурин Л. Н. 5, 50.
- Кузьмина З. И., Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Михайлов-Теплов Н. Н., Петрова Л. А., Федоров К. А. 5, 50.
- Кулаков П. Н., Орловский Е. Л., Щелованов Л. Н., Медников Ю. И., Ван Юнь-фа, 8, 1; 12, 39.
- Куликовский Ю. П. 10, 25.
- Кульчицкий Н. Л. 2, 61.
- Курицина Е. П., Борисенко И. В. 9, 35.
- Курицын А. М. 8, 12.
- Кустарев А. К. 5, 35.
- Кутай А. К., Балонкина И. И., Кайрук Р. С. 4, 5.
- Кутузов П. С., Гаврилов Г. А., Рылов В. С. 11, 40.
- Лазарева А. Н., Пелль В. Г. 10, 57.
- Ландо Л. А., Ярошевич А. Ф. 5, 65.
- Лебедева М. Д., Денисенко И. Н., Захаров И. П. 10, 1.
- Левин А. Л. 2, 69.
- Левин В. М., Камынина Н. П. 2, 65.
- Лейбович Э. М. 11, 73.
- Леонтьев В. И., Гросс Л. Г., Казаков В. В. 2, 51.
- Луарсабишвили Д. Г., Непомнящий Е. Ф. 7, 12.
- Лукин М. И., Кондратьев А. Г., Миненко Ю. Г. 6, 25.
- Лурье Г. В., 12, 65.
- Лурье О. Б., Быков Р. Е., Попечителей Е. П. 9, 47.
- Лутешкин Н. П., Пустынский И. Н., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.
- Лысова С. Е., Решилов Л. Ю. 9, 29.
- Львова А. Я., Спасокукоцкий Н. С. 8, 62.
- Магид М. С. 7, 29.
- Магид И. Я., Глазман Л. Ф. 4, 71.
- Македонский В. Л., Степанов Р. М. 4, 24.
- Маковеев В. Г., Хромой Б. П. 7, 91.
- Малиновски Г. П. 11, 32.
- Маркович М. Г., Ольховицкий Л. А., Цуккерман И. И. 7, 41.
- Медников Ю. И., Орловский Е. Л., Кулаков П. Н., Щелованов Л. Н., Ван Юнь-фа, 8, 1; 12, 39.
- Мелик-Степанян А. М. 12, 12.
- Мельников В. Н., Голобородько Г. А. 1, 69.
- Милин Б. М., Алякишев С. А., Гордеев Д. В., Остапенко Е. П. 5, 44.
- Миненко Ю. Г. 4, 19.
- Миненко Ю. Г., Кондратьев А. Г., Лукин М. И. 6, 25.
- Михайлов-Теплов Н. Н., Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Кузьмина З. И., Петрова Л. А., Федоров К. А., Чепурин Л. Н. 5, 50.
- Михневич А. В. 4, 40; 11, 26.
- Монахов В. В. 3, 86.
- Муравьева С. Г., Рудник В. М., Айзенберг Н. Б. 7, 15.
- Муратовский Б. М. 1, 65.
- Непомнящий Е. Ф., Луарсабишвили Д. Г. 6, 30.
- Непомнящий А. М., Британишский Р. Г., Стрелков Л. М., Шифрин М. Н. 10, 11.
- Никифоров П. Н. 9, 42.
- Никульский Е. В. 8, 26.
- Нилов А. А., Герасимова О. А. 6, 30.
- Новопашин В. В. 10, 38.
- Огурцов Н. Н. 6, 65.
- Однолько В. В., Шерайзин С. М. 11, 49.
- Ольховицкий Л. А., Маркович М. Г., Цуккерман И. И. 7, 41.
- Орлов Ю. М., Высоцкий М. З. 7, 1.
- Орловский Е. Л. 6, 89.
- Орловский Е. Л., Кулаков П. Н., Щелованов Л. Н., Медников Ю. И., Ван Юнь-фа, 8, 1; 12, 39.
- Остапенко Е. П., Плякишев С. А., Гордеев Д. В., Милин Б. М. 5, 44.
- Островский В. С., Беляев Я. И. 8, 33.
- Ощепков Л. Н., Пустынский И. Н., Лутешкин Н. П., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М. 8, 57.
- Пархоменко В. И. 1, 25.
- Пелль В. Г., Лазарева А. Н. 10, 57.
- Переславцев И. Б. 6, 62.
- Петрова Л. А., Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Кузьмина З. И., Михайлов-Теплов Н. Н., Федоров К. А., Чепурин Л. Н. 5, 50.
- Печис В. В. 8, 47.
- Подлипенский В. В., Пустынский И. Н., Лутешкин Н. П., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.
- Полашек Я. 2, 17.
- Полосин Л. Л., Антипин М. В. 12, 47.
- Полосин Л. Л., Рыфтин Я. А. 10, 19.
- Попечителей Е. П., Лурье О. Б., Быков Р. Е. 9, 47.
- Пригожин А. Р. 1, 48.
- Просвирнин Г. Ю. 10, 44.
- Пустынский И. Н., Лутешкин Н. П., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Рогалев В. Г., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.
- Радикайнен Я. М. 1, 67.
- Рапопорт Б. И. 1, 53.
- Распутин В. Г. 7, 60.
- Резникова Л. Ш., Трофимов Б. В., Соколов В. В. 8, 38.
- Решилов Л. Ю. 5, 25.
- Решилов Л. Ю., Лысова С. С. 9, 29.
- Рогалев В. Г., Пустынский И. Н., Лутешкин Н. П., Подлипенский В. В., Ицкович В. М., Коновалов В. Ф., Дегтярев А. М., Ощепков Л. Н. 8, 57.
- Родионов В. Ф., Шейфис И. И., Соколин А. А., Загоревский К. О. 6, 8.
- Розенталь Л. В., Сучкова О. М. 9, 13.
- Роселевич И. А. 5, 1.
- Россовский Е. Л., Усышкин Е. И. 3, 19.
- Рудник В. М., Муравьева С. Г., Айзенберг Н. Б. 7, 15.
- Рылов В. С., Гаврилов Г. А., Кутузов П. С. 11, 40.
- Рыфтин Я. А., Полосин Л. Л. 10, 19.
- Сажин Л. И., Усышкин Е. И. 11, 75.
- Самарин М. С., Хромой Б. П., Ульянов В. Н. 6, 1.
- Сасоров В. П. 12, 20.
- Севастьянова Л. С., Тихонович С. Е. 4, 51.
- Селиверстова Н. П., Артемьев Н. Л., Астахина Л. В. 3, 43.
- Сивков В. И., Ксандров Е. В. 11, 45.
- Сидельковский Ю. П. 8, 54.
- Смирнов А. В., Сулонов С. А., Духанин Н. Г. 4, 29.
- Соколин А. А., Шейфис И. И., Родионов В. Ф., Загоревский К. О. 6, 8.
- Соколов В. В., Трофимов Б. В. 9, 32.
- Соколов В. В., Трофимов Б. В., Резникова Л. Ш. 8, 38.
- Соколова Т. М., Артемьев Н. Л. 9, 38.
- Сорочинский Я. Г. 1, 24.
- Спасокукоцкий Н. С., Львова А. Я. 8, 62.
- Степанов Р. М., Македонский В. Л. 4, 24.
- Стрелков Л. М., Британишский Р. Г., Непомнящий А. М., Шифрин М. Н. 10, 11.
- Судравский Д. Д., Шверник Л. Н. 1, 71.
- Сулонов С. А., Духанин Н. Г., Смирнов А. В. 4, 29.
- Сучкова О. М., Розенталь Л. В. 9, 13.

- Тагер П. Г. 8, 20.  
 Тарасенко Л. Г., Гольцман Н. И. 11, 1.  
 Тимофеев Б. С. 7, 44.  
 Тихомиров А. С. 2, 71.  
 Тихонович С. Е., Севастьянова Л. С. 4, 51.  
 Ткачев В. В., Шихов В. Н. 4, 56.  
 Толмачев В. Б. 3, 63.  
 Трофимов Б. В., Резниковская Л. Ш., Соколов В. В. 8, 38.  
 Трофимов Б. В., Соколов В. В. 9, 29.  
 Трусьюко В. Л., Чернооченко А. В. 1, 52.  
 Ульянов В. Н., Хромой Б. П., Самарин М. С. 6, 1.  
 Ульянов В. Н., Зубарев Ю. Б., Хромой Б. П. 11, 62.  
 Усиков А. Н. 9, 45.  
 Устинова Т. Н., Зеликман В. Л. 3, 1.  
 Усышкин Е. И., Россовский Е. Л. 3, 19.  
 Усышкин Е. И., Сажин Л. И. 11, 75.  
 Ушагина В. И. 2, 76.  
 Федоров К. А., Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Кузьмина З. И., Михайлов-Теплов Н. Н., Петрова Л. А., Чепурин Л. Н. 5, 50.  
 Фонарь И. М., Добромыслина Х. А. 2, 42.  
 Хазанов Г. И. 1, 14; 9, 61.  
 Харон Я. Е. 12, 25.  
 Хромов Л. И., Кончин В. И., Гончаров О. В. 1, 59.  
 Хромой Б. П., Зубарев Ю. Б., Ульянов В. Н. 11, 62.  
 Хромой Б. П., Ульянов В. Н., Самарин М. С. 6, 1.  
 Хромой Б. П., Макоев В. Г. 7, 91.  
 Хрущев А. А. 7, 68.  
 Цапин Ю. И. 2, 27; 9, 4.  
 Царев В. Н. 3, 59; 5, 69.  
 Цивадиц И. К., Ващенко В. Ф. 1, 51.  
 Цуккерман И. И., Маркович М. Г., Ольховицкий Л. А. 7, 41.  
 Чаадаев В. В., Дикусар А. Е. 12, 34.  
 Чепурин Л. Н., Гершберг А. Е., Кузнецова Г. В., Кузьмина З. И., Михайлов-Теплов Н. Н., Петрова Л. А., Федоров К. А. 5, 50.  
 Чепурина И. В., Бич К. И., Гершберг А. Е. 5, 52.  
 Черницкий И. А. 11, 70.  
 Чернооченко А. В., Трусьюко В. Л. 1, 52.  
 Чернявский В. В. 9, 63.  
 Шаблевич Б. И., Зубовский Г. И. 6, 67.  
 Шарланджиев Ст., Диков Д. 4, 33.  
 Шацкая А. Н. 7, 23.  
 Шверник Л. Н., Судравский Д. Д. 1, 71.  
 Шевяков Г. Г., Крылов А. П., Арнольд Ц. С. 3, 50.  
 Шейфис И. И., Родионов В. Ф., Соколин А. А., Загоровский К. О. 6, 8.  
 Шерайзин С. М., Однолько В. В. 11, 49.  
 Шерман Б. И. 6, 63.  
 Шифрин М. Н., Британишский Р. Г., Непомнящий А. М., Стрелков Л. М. 10, 11.  
 Шихов В. Т., Ткачев В. В. 4, 56.  
 Шмаков А. Г. 10, 63.  
 Шумляев В. С. 3, 45.  
 Щелованов Л. Н. 2, 21; 12, 53.  
 Щелованов Л. Н., Орловский Е. Л., Кулаков П. Н., Медников Ю. И., Ван Юнь-фа. 8, 1; 12, 39.  
 Эйссенгардт Г. А. 4, 12.  
 Элиасберг И. И. 5, 77.  
 Юлис П. 1, 52.  
 Юстинов Р. А. 4, 64.  
 Ярошевич А. Ф., Ландо Л. А. 5, 65.



# CONTENTS

## Science and Technology

### About Geometric Distortions of the Motion Picture Image. V. G. Komar . . . . .

Problems of geometric distortions are considered occurring in various motion picture systems such as conventional, wide-gauge, cinerama and 3-dimensional. Quantitative estimation criteria are suggested to specify geometric distortions with a view to the conditions of motion-picture photography, projection and those of the viewing of screen images.

### Pulling Pin Mechanisms with Power Closure. A. M. Melik-Stepanyan . . . . .

A theory of pull-through pin mechanisms with power closure is expounded including the deduction of computation formulas. The problem also discussed is the scope of application of these mechanisms.

### Powerful Projection Xenon Lamps of Ultra-High Pressure of the Dismountable Type. V. P. Sasorov . . . . .

Designing and technological pitfalls are considered, as found in the creation of powerful gas discharge xenon lamps of ultra-high pressure. The ways to remedy this are shown. Brief information is given on 3-and 5-kW Soviet xenon lamps of DKsR type with water-cooled electrodes.

### Some Problems of Instrumental Music Stereophonic Recording. Ya. Ye. Kharon . . . . .

Major aesthetic and technological problem, with which the sound director is encountered in multi-channel stereophonic orchestra recording, are given. The author shows a version of the principal scheme of the instrumentalists' arrangement, the arrangement of microphones and their per-channel switching to the inputs of the mixing desk during the primary recording.

### Tape-Recorder Compressor. V. V. Chadayev, A. Ye. Dikumar . . . . .

A device is described intended to compress sound signals in the process of magnetic soundtrack recording, which is based on the automatic control of the h. f. bias current.

### Half-Tone Reproduction in Medium-Size and Small Detail of a TV Image. Ye. L. Orlovsky, P. N. Kulakov, L. N. Shchelovanov, Yu. I. Mednikov, Van Yun-Fa . . . . .

A method for calculation of a half-tone correction device is shown, where in calculation is done by a predetermined visual contrast-reproduction factor for the event of detail rendering with varying angular dimensions. Aperture distortions are analysed with a view to subjective perception. Amplitude-

frequency distortions, resulting from system non-linearity, are considered.

### On the Visual Equivalence of Limiting Brightness Curves. M. V. Antipin, L. L. Polosin . . . . .

The results of an experiment are shown on the establishment of visual equivalence for limiting brightness curves of various shapes. The applicability of visual equivalence to the quality evaluation of a TV transmission by the criterion [1] is proved.

### Automatic Brightness Control Systems of TV Receivers. L. N. Shchelovanov . . . . .

The opportunities offered by the simple ABC system are revealed. An ABC is considered which incorporates a fixing diode. Correlations are obtained for the calculation of transient and stabilized processes in the design. Characteristics are introduced for the evaluation of scheme operation quality. Stable black brightness is shown to be maintained with changing signal swing at just one position of a brightness control potentiometer. Formulas are deduced to calculate the optimal operation mode of an ABC system with a fixing diode.

### Adjustment and Investigation of Schmidt Lenses. R. V. Voronov . . . . .

The methods of adjustment and investigation of Schmidt lenses are considered.

### From Production Experience

#### At the TV Stations

### Pulse Measurements of Video Channels. G. V. Lurye . . . . .

### Foreign Technique

### The New Motion-Picture Taking «System 35» Mitchell. M. Z. Visotsky . . . . .

A new equipment assembly is described which serves for taking 35-mm normal and wide-screen black-and-white and color motion pictures by one- or multiple camera method with the use of television monitoring and magnetic video recording.

### Abstracts . . . . .

### Bibliography

### A Book on the Elements of Television . . . . .

### «The Technology of Photographing TV Films» . . . . .

### Scientific and Technological News . . . . .

### Directory of Articles Published in 1965 . . . . .

### Alphabetic Authors' Guide . . . . .

Технический редактор Н. Матусевич

Т-13771. Сдано в производство 12/X 1965 г. Подписано к печати 15/XI 1965 г. Формат бумаги 84×108<sup>1/16</sup>  
6 п. л. (9,94 усл.) Уч.-изд. л. 10,2 Цена 68 коп. Тираж 4640 экз. Заказ 571

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30

---

# Kodak

имеет целый ряд фотопленок высокого качества для кинематографии и телевидения.

В том числе:

## Д Л Я К И Н О

### ЦВЕТНЫЕ

- «Истмен», цветная негативная киноплёнка (5251)
- «Истмен», цветная позитивная киноплёнка (5385)
- «Истмен», цветная промежуточная киноплёнка (5253)

### ЧЕРНО-БЕЛЫЕ

- «Истмен», дубль-Х панхроматическая негативная киноплёнка (5222)
- «Истмен», мелкозернистая позитивная киноплёнка (5302)

Сведения о материалах для записи звука и для изготовления дубль-негатива или дубль-позитива высылаем по запросу.

## Д Л Я Т Е Л Е В И Д Е Н И Я

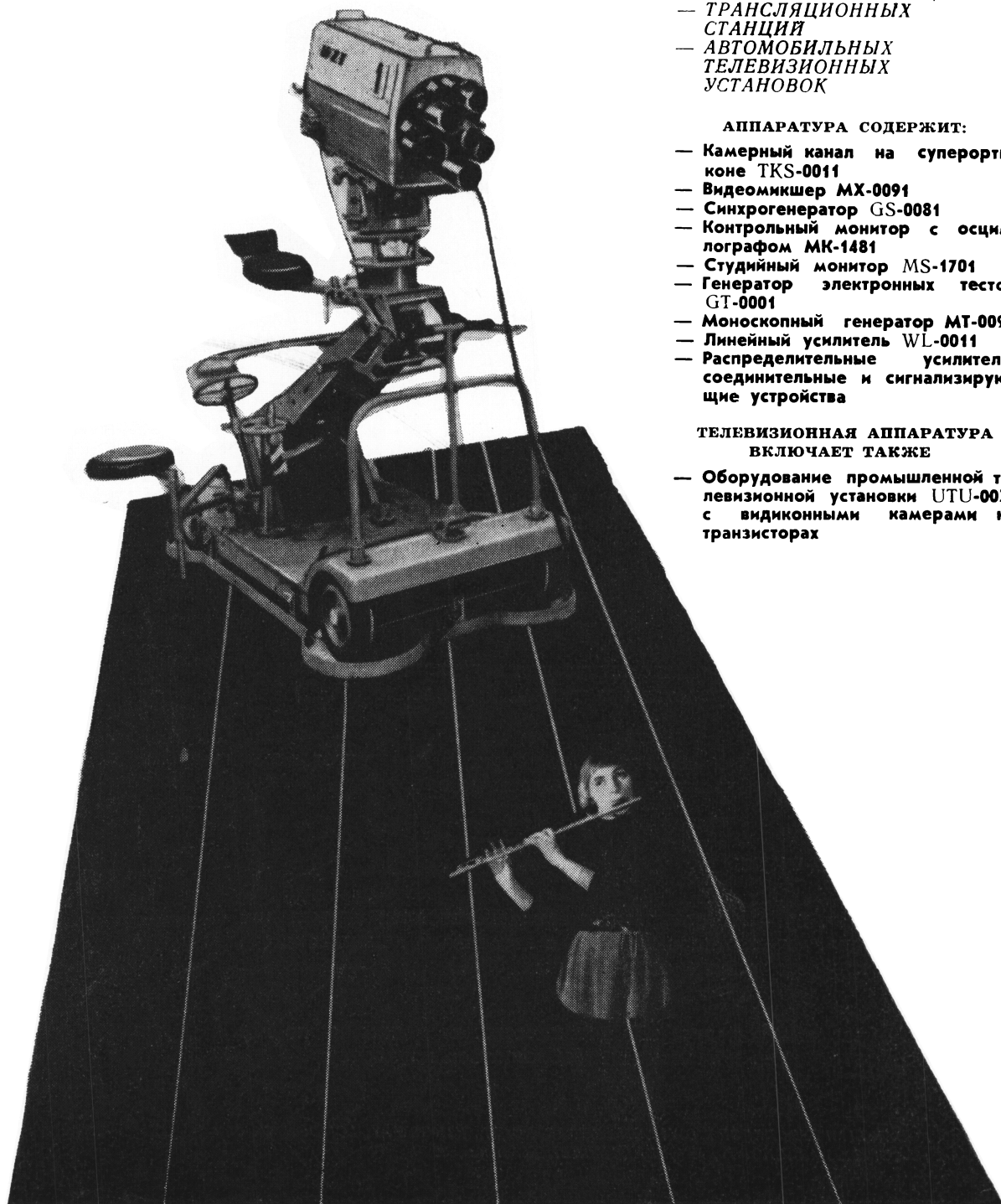
- «Истмен», дубль-Х панхроматическая негативная киноплёнка (5223)
- «Истмен», три-Х панхроматическая негативная киноплёнка (5223)
- «Истмен» для телевизионной записи (5374)

За образцами и подробными техническими данными по плёнкам для кинематографии и телевидения обращаться по адресу:

KODAK LIMITED, EXPORT DIVISION, KODAK HOUSE, KINGSWAY, LONDON W. C. 2  
И «СОЮЗХИМЭКСПОРТ», МОСКВА, СМОЛЕНСКАЯ пл., 32/34

---

# **“Elektrim”**



## **ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА для**

- ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ЦЕНТРОВ
- ТРАНСЛЯЦИОННЫХ СТАНЦИЙ
- АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТАНОВОК

### **АППАРАТУРА СОДЕРЖИТ:**

- Камерный канал на суперорбитальном TKS-0011
- Видеомикшер MX-0091
- Синхрогенератор GS-0081
- Контрольный монитор с осциллографом МК-1481
- Студийный монитор MS-1701
- Генератор электронных тестов GT-0001
- Моноскопный генератор MT-0091
- Линейный усилитель WL-0011
- Распределительные усилители, соединительные и сигнализирующие устройства

### **ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА ВКЛЮЧАЕТ ТАКЖЕ**

- Оборудование промышленной телевизионной установки UTU-0021 с видиконными камерами на транзисторах

Warszawa, Czackiego, 15/17, Польша. Телетайп: 81-347. Почт. ящик 638

Импорт в СССР осуществляется в соответствии с законом о монополии внешней торговли

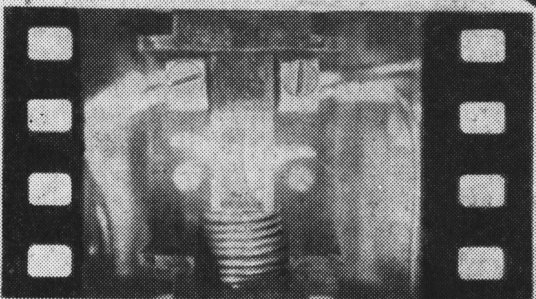
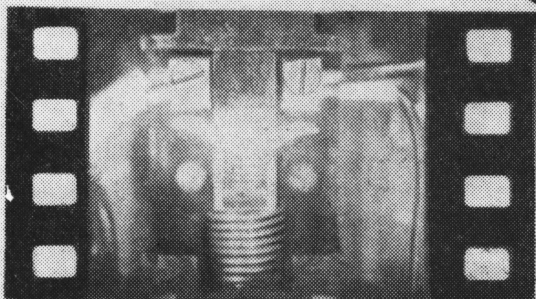
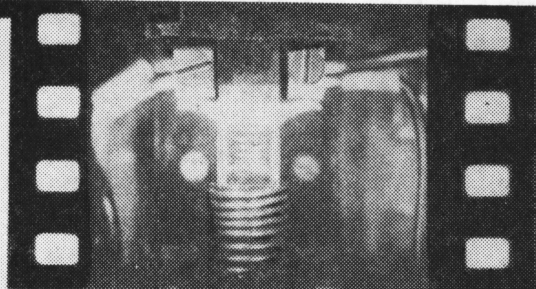
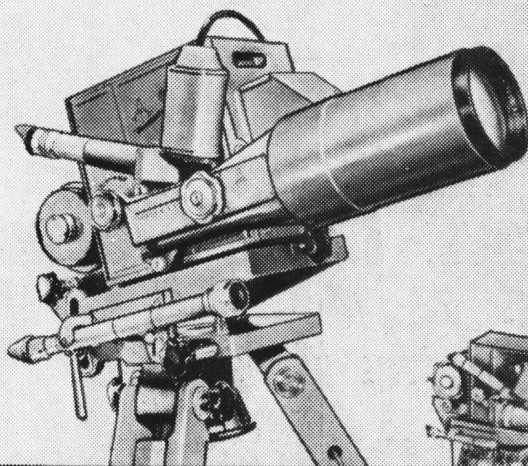
# PENTAZET 35/16

идеальные лупы времени

Оба эти изделия могут быть успешно использованы в исследовательских лабораториях для изучения быстро протекающих процессов. Камера «Пентацет 35» предназначена для съемки фильмов с особенно большой частотой кадров, достигающей в случае использования зеркального устройства и пятикратной призмной приставки 40 000 кадров в секунду. В комплект оборудования камеры «Пентацет 35» входит фильмоскоп.

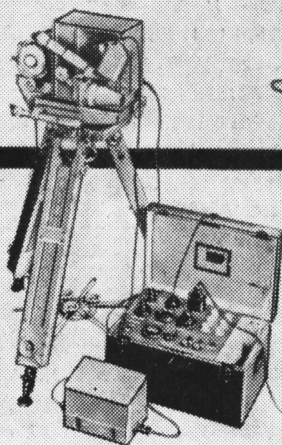
Частота съемки камеры «Пентацет 16» составляет, в зависимости от марки, 150—5000 кадров в секунду. Эта камера может быть использована и для микроснимков. Камера снабжена специальным измерительным микроскопом для оценки снимков.

Обе камеры могут быть использованы как датчики времени; они точно отмечают кадры через заданные промежутки времени.



Экспортер: Deutsche Kamera und ORWO Film Export GmbH, 102 Berlin, Wallstraße, 23

Deutsche Demokratische Republik



Особенно хорошие результаты при съемках дает пленка ORWO.

VEB PENTACON DRESDEN



Kamera- und Kinowerke

35/16



## ЖУРНАЛ «ТЕХНИКА КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ» В 1966 ГОДУ

Ежемесячный журнал «Техника кино и телевидения» является единственным научно-техническим журналом, освещающим вопросы развития техники кинематографии и телевидения.

### Журнал публикует:

- оригинальные статьи по всем отраслям кинотехники и техники телевидения (киносъемка и проекция фильмов, оптика и осветительная техника, запись и воспроизведение звука, оборудование телецентров и студий, передающие и приемные телевизионные трубки, замкнутые телевизионные системы);

- обзорные и дискуссионные статьи;

- статьи, посвященные повышению качества кинематографического и телевизионного изображения;

- описания изобретений и рационализаторских предложений, новых и усовершенствованных технологических процессов, осуществленных на киностудиях, телецентрах и других предприятиях;

- описания новых киноплёнок и магнитных носителей, техники и технологии обработки черно-белых и цветных киноплёнок;

- информации о новых приборах, аппаратуре и оборудовании;

- обзоры достижений зарубежной кино- и телевизионной техники;

- рефераты отечественной и зарубежной литературы и патентов по кино- и телевизионной технике;

- статьи и заметки по кинолюбительской технике;

- материалы стандартизации и нормализации;

- информации о текущих событиях в работе научных и технических организаций в нашей стране и за рубежом, связанных с кинотехникой и телевидением.

Журнал рассчитан на широкий круг научных и инженерно-технических работников институтов, конструкторских бюро, лабораторий, студий, телецентров, кино- и телевизионной промышленности, работников кинофикации и кинопроката, любительских киностудий, студентов высших учебных заведений и техникумов.

Подписка принимается в пунктах «Союзпечать», отделениях связи, городских и районных узлах связи, почтамтах, а также общественными распространителями печати.

В розничную продажу журнал не поступает.



Цена 68 коп.