

# Техника и Кино

и

Фото

11 НОЯБРЬ  
1965

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Научно-технический отдел*

Н. И. Гольцман, Л. Г. Тарасенко. Обрамление киноизображения	1
А. А. Анашкин. Вопросы развития узкопленочного профессионального кинематографа и его техники	13
М. З. Высоцкий. О повышении качества звука в кинофильмах	21
А. В. Михневич. Приближенные формулы механического импеданса и коэффициентов защиты в блок-стабилизаторах скорости	26
Г. П. Малиновски (Болгария). Метод сравнения различных двухканальных стереофонических систем	32
Г. А. Гаврилов, П. С. Кутузов, В. С. Рылов. Выбор и условия обработки фотографических материалов для съемки с люминесцентного экрана	40
Е. В. Ксандров, В. И. Сивков. Дистанционное управление объективом «Ленар» при мультиплексной съемке	45
В. В. Однолько, С. М. Шерайзин. Воспроизведение цветных телевизионных изображений индексными штриховыми кинескопами	49
Ю. Л. Богородский, Г. И. Иванов. Демодулятор видеомагнитофона	54
Ю. Б. Зубарев, В. Н. Ульянов, Б. П. Хромой. Новая форма синхросигнала для телевизионных систем	62
О. В. Гофрайзен. Измерение переходных характеристик передающих телевизионных трубок	66

### *Из производственного опыта*

#### *На киностудиях*

И. А. Черницкий. Механизированная вышка для работы в декорациях	70
---	----

#### *На телецентрах*

Э. Лейбович. Синхронный двигатель в ручной кинокамере «Конвас-автомат»	73
--	----

### *Из редакционной почты*

Л. И. Сажин, Е. И. Усыскин. Об использовании гистерезисных двигателей	75
---	----

### *Зарубежная техника*

8-мм звуковой кинопроектор «Марк-5»	76
Нормализация яркостей киноэкранов (Документ ВНИС. Французские материалы по конгрессу ISO 1964 г.)	78
Новые светочувствительные материалы ОРВО	80

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

Научно-техническая хроника	92
----------------------------	----

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

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

Главный редактор В. И. Ушагина

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. Баринов, Ю. А. Болтунов, С. А. Бонгард, Г. В. Брауде,  
В. А. Бургов, М. З. Высоцкий, Е. М. Голдовский, И. Б. Гордийчук,  
Г. О. Жижневский, И. П. Захаров, О. И. 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 и Д 7-38-16

# Техника кино и телевидения

Ежемесячный научно-технический журнал

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

11

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ ● НОЯБРЬ ● 1965

Н. И. ГОЛЬЦМАН, Л. Г. ТАРАСЕНКО

## ОБРАМЛЕНИЕ КИНОИЗОБРАЖЕНИЯ<sup>1</sup>

778.58

Дан критический обзор известных способов обрамления киноизображений. Показаны недостатки наиболее распространенного в кинотеатрах черного обрамления. Рекомендованы новые, активные формы обрамления киноизображения, повышающие его выразительность и качество восприятия зрителем.

Киноизображение занимает относительно небольшую часть поля зрения человека. Даже наиболее широкоугольный — панорамный — кинематограф обеспечивает размеры изображения по вертикали и горизонтали менее половины соответствующего угла поля зрения [1]. Несмотря на продолжающиеся до сего времени попытки дальнейшего увеличения угловых размеров киноизображения (киноаттракционы «Спейсариум», «Синетариум», «Циркорама» и т. п.), сомнительно, чтобы они привели к созданию нового полноценного массового вида кинематографа.

Достигнутые в современном панорамном и широкоформатном кинематографе угловые размеры изображений близки к наиболее распространенным размерам театральной сцены и превосходят размеры подавляющего большинства произведений изобразительного искусства. Ввиду этого мало-

вероятна необходимость дальнейшего существенного роста угловых размеров киноизображения (по крайней мере для художественных фильмов). Этап развития кинематографа «вширь», очевидно, подходит к концу и все более заметно вытесняется этапом развития «вглубь» — разработкой практических систем стереокино, обогащением кинематографического языка с помощью полиэкранный и вариоскопической техники и т. п.

Таким образом, в настоящее время и в будущем границы киноизображения в подавляющем большинстве случаев, несомненно, будут видны зрителям. Это означает, что оформление границ (обрамление) киноизображения надолго останется для кинотехников актуальной задачей. Более того, появление новых систем кинематографа, характеризуемых разными размерами изображений, непрерывно увеличивает роль обрамления для обеспечения их согласования на одном экране. Уже теперь кинотеатры, демонстрирующие панорам-

<sup>1</sup> Статья предлагается для обмена мнениями и проверки в практических условиях.

ные, широкоформатные, широкоэкраные и обычные фильмы, испытывают серьезные трудности при обрамлении киноизображений.

Рассматривая современные проблемы изобразительной композиции в кино, Л. В. Косматов и Т. Тер-Гевондян пишут [2]:

«Для восприятия произведения искусства (если оно не просто прикладное) ему необходимо быть «отдельно», ему нужно некое выделение из окружающего мира, и это также вопрос композиционный: картина нужна рама, статуе — пьедестал, театральной сцене — рампа и помост и т. п. Точно так же чем-то должно ограничиваться наше «общение» с экраном». Такое ограничение осуществляется обрамлением («рамка») экрана.

По существующему в искусстве правилу отбора все, что оказывается в пределах «рамки», становится более значительным; «рамка» усиливает, концентрирует внимание зрителей, делает заметными многие нюансы, которые без нее могли быть оставлены без внимания. «Рамка» является композиционной основой кадра, диктуя определенное взаимное расположение изображаемых объектов. Обрамление, подчеркивая «рамку», завершает композицию изображения.

Наряду с эстетическими, чисто художественными функциями обрамление обычно выполняет и весьма важные технические функции. Применительно к кинематографу в эти функции входит маскировка границ экрана (его рамы, шнуровки и т. д.) и краевых недостатков киноизображения (нерезкость, падение освещенности, неровности границ кадра и др.), а также согласование различных форматов киноизображения. Нередко обрамление выполняет и различные вспомогательные функции по защите экрана от посторонней засветки, согласованию экрана с архитектурой помещения, изменению контраста киноизображения, уменьшению утомляемости зрения и т. д. Немалое значение имеет обрамление для восприятия пространственных соотношений (глубины) в киноизображении.

Для анализа различных способов обрамления киноизображения рассмотрим особенности взаимодействия между киноизображением и его обрамлением.

## 1. Некоторые особенности взаимодействия киноизображения с обрамлением

Наряду с выделением киноизображения из окружающей среды обрамление, являясь фоном для киноизображения, может существенно улучшить или ухудшить его восприятие, а при неправильном использовании даже исказить или полностью разрушить творческий замысел (вспомним, например, эффект «отжимающего» действия рамы стереоэкрана).

Влияние фона на восприятие изображения вызвано некоторыми особенностями процесса зрения и жизненным опытом человека. Эти особенности могут проявляться в виде переоценки глазом фактически существующих оптических явлений («иллюзии зрения»).

Восприятие таких явлений, как движение изображений, пространственность, возникновение «эффекта участия» и т. д., во многом обусловлено иллюзиями зрения. Они позволяют создавать психологически точные изображения при значительном несоблюдении физических условий, имеющихся в натуре [3, 4].

Не затрагивая всей темы иллюзий зрения, хорошо освещенной в специальной литературе (например, в [5, 6, 7]), напомним кратко те особенности, которые могут касаться взаимовлияния между киноизображением и его обрамлением; это позволит лучше оценить особенности того или иного вида обрамления.

Каждующееся изменение размеров изображения. Иллюзия некоторого изменения размеров изображения связана с различными причинами. Эффект иррадиации — преувеличения светлых объектов на темном фоне и преуменьшения темных объектов на светлом фоне (рис. 1, а и б) — вызван аберрационным рассеянием, приводящим к увеличению размеров изображения яркого объекта на сетчатке глаза. Иррадиация тем сильнее, чем больше разница между яркостями объекта и фона.

Наряду с иррадиацией, обусловленной строением глаза, иллюзия изменения размеров может быть вызвана психофизиологическими причинами. Так, объект, окруженный узким полем, воспринимается крупнее, чем тот же объект, окруженный широким полем (см. рис. 1, в и г). Разбивка широкого поля, окружающего объект,

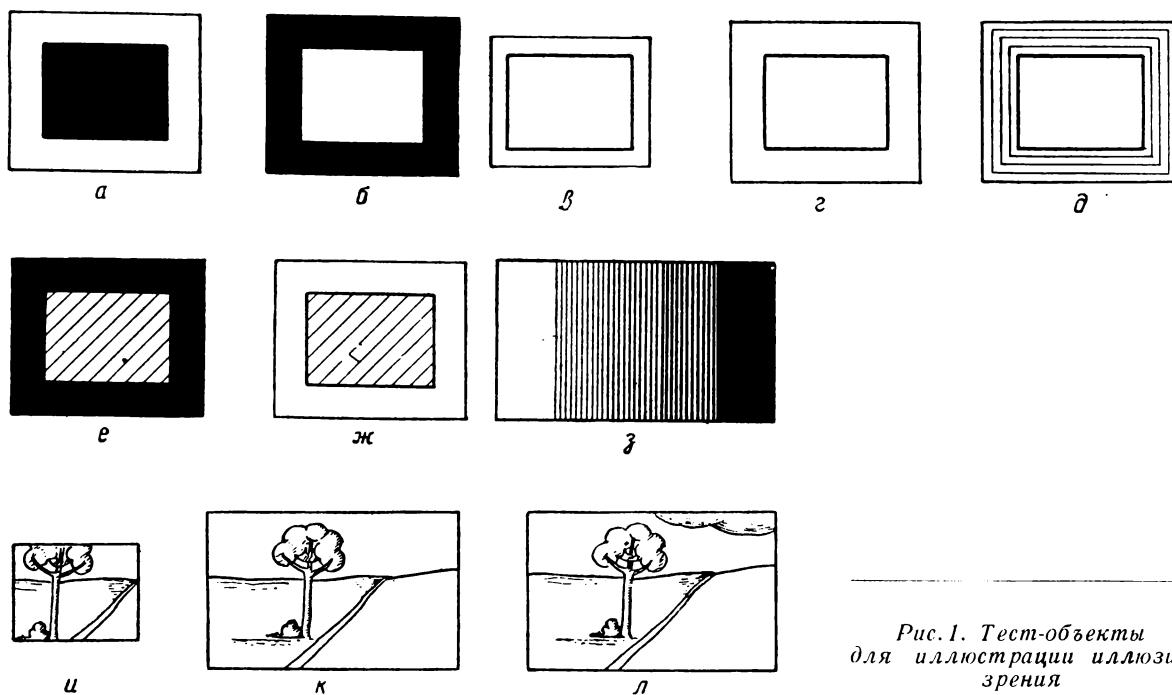


Рис. 1. Тест-объекты для иллюстрации иллюзий зрения

на узкие участки может несколько уменьшить эту иллюзию (см. рис. 1, *д*).

Кажущееся изменение яркости и контраста. Одна и та же фигура на темном фоне кажется ярче, чем на светлом (см. рис. 1, *е* и *ж*), что, вероятно, также объясняется психофизиологической переоценкой. При больших размерах фона это же явление может быть объяснено адаптацией зрения к фону. Преувеличение яркости объекта на темном фоне сильнее сказывается для участков объекта с малой яркостью, вследствие чего уменьшается воспринимаемый перепад яркостей объекта, т. е. уменьшается его контраст [8]. Самая темная часть светлого объекта, расположенного на большом темном фоне, как правило, воспринимается светлее этого фона, хотя уровень яркости их может быть одинаков. Указанное обстоятельство наряду с другими факторами ведет к известной необходимости искусственного завышения контраста изображения (в частности, киноизображения) для его нормального восприятия на темном фоне (или в темном помещении) [9].

Вероятно, этим же обстоятельством можно объяснить иллюзию повышения пограничного контраста между соседними участ-

ками, которые имеют различную яркость (рис. 1, *з*).

Кажущееся изменение цветности. Одним из наиболее сильных факторов, вызывающих иллюзию изменения цветности, является цветовой контраст — контраст между цветами соседних полей или между цветами объекта и фона. Черный или серый объект на цветном фоне воспринимается глазом как слегка окрашенный в цвет, дополнительный к цвету фона. Кажущаяся окраска цветного объекта в этом случае также смещается в сторону дополнительного цвета к цвету фона. Это явление всегда учитывается художниками и кинооператорами. Как известно, на иллюзиях цветового контраста основана так называемая «новая теория цвета», позволившая в некоторых случаях упростить технику получения цветных изображений [10].

Насыщенность и яркость цвета глаз нередко оценивают по яркости фона или по цвету соседних объектов. Здесь действуют описанные уже закономерности контраста яркостей: цвет светлеет на темном фоне и темнеет на светлом; насыщенность цвета объекта максимальна при окраске фона в дополнительный цвет.

Наконец, отметим иллюзию, связанную с эффектом Пуркинье. При небольших размерах объекта (изображения) и большом темном фоне вследствие адаптации зрения к фону глаз хуже различают красные и оранжевые цвета и преувеличивает яркость зеленых и синих цветов.

Каждующееся изменение перспективы. Объекты, изображаемые в плоскостном кинематографе, воспринимаются находящимися либо в плоскости экрана, либо в заэкранном пространстве. Это безусловно является одним из проявлений «отжимающего» действия рамы экрана, основанного на сознании того очевидного факта, что предмет, заслоняющий другой предмет, находится ближе к наблюдателю.

Воспринимаемая глубина заэкранного пространства также во многом определяется «рамкой» экрана. Так, изображенное на рис. 1, *и* дерево кажется находящимся в плоскости рисунка («рамки») из-за его соприкосновения с «рамкой». Простое увеличение размером «рамки» (рис. 1, *к*) увеличило глубину изображения и удалило дерево в «заэкранное» пространство. Появившееся на рис. 1, *л* изображение облака, также ограниченное «рамкой», снова представляется находящимся в плоскости рисунка и разоблачает «глубинность» изображения на рис. 1, *к*. Таким образом, все объекты плоского изображения, перекрываемые «рамкой», воспринимаются находящимися непосредственно в плоскости «рамки», иногда вопреки замыслу художника или оператора, который стремится удалить их в заэкранное, а в стереокино — в предэкранное пространство. В связи с этим данную иллюзию, вероятно, целесообразнее называть не «отжимающим», а «отжимающе-прижимающим» действием рамы экрана.

Улучшенная стереоскопичность (точнее, пластичность) изображения в панорамном и широкоформатном кинематографе, несомненно, связана со значительным увеличением угловых размеров киноизображения, позволившим увеличить размер «рамки» и уменьшить ее «отжимающе-прижимающий» эффект.

Эксперименты, проведенные одним из авторов данной статьи в некоторых панорамных кинотеатрах, показали, что — эффект «отжимающе-прижимающего» действия рамы может быть использован в каче-

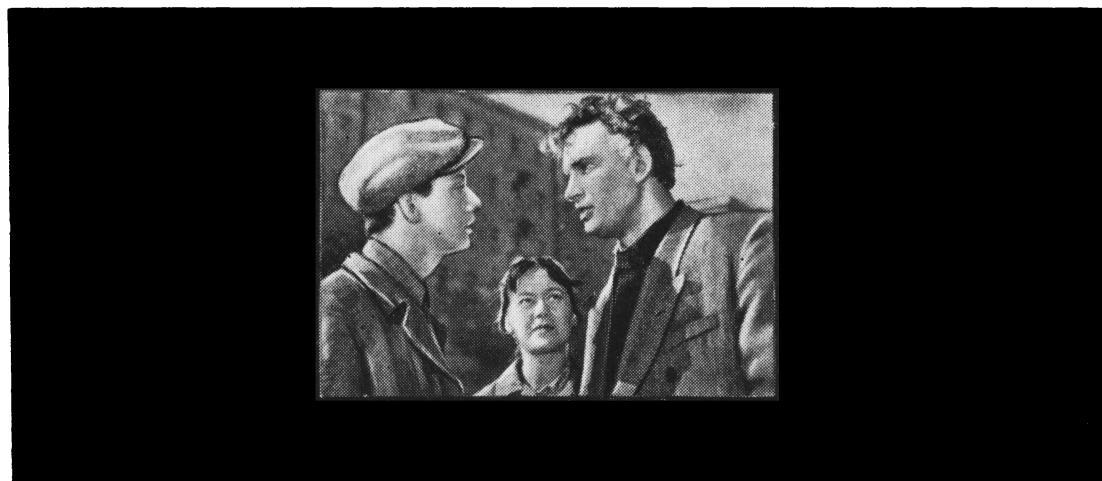
стве простого способа выведения изображения в предэкранное пространство в плоскостном кинематографе. Для этого оказалось достаточно установить обрамление на значительном расстоянии перед экраном или даже перед каждым зрителем установить индивидуальную рамку — «обрамление». Несмотря на то, что в последнем случае рамки и зрители находились на расстоянии до 30 м от экрана, изображениеказалось заполняющим все пространство между экраном и индивидуальной рамкой. Аналогичные результаты были получены и при демонстрации стереоизображений<sup>1</sup>. Сказанное, конечно, не означает рекомендации к внедрению в кинотеатры подобного метода повышения объемности изображения (хотя бы вследствие сильного ограничения свободы, подвижности зрителей).

## 2. Типы обрамления и их характеристики

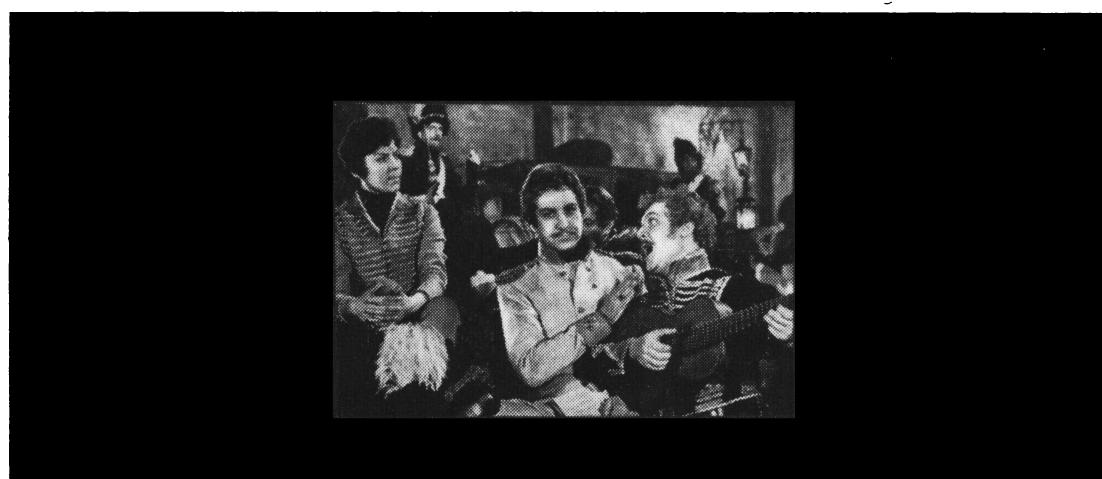
а) Чёрное обрамление. Стремление уменьшить паразитную засветку экрана приводит к необходимости демонстрации кинофильмов в темном помещении. Возникающий при этом вокруг изображения темный фон (рис. 2), обычно подчеркиваемый обрамлением из чёрного бархата, отлично выполняет многие функции обрамления — выделение киноизображения из окружающего пространства, сосредоточение внимания, маскировку краевых недостатков изображения и искажений цветопередачи и т. д. Киноизображение на темном фоне, согласно отмеченным уже особенностям восприятия, кажется крупнее и ярче, что весьма полезно, особенно при недостаточной световой мощности проекторов. Эффект пограничного контраста делает практически незаметным уменьшение на 30—40% яркости киноизображения на краях. Ввиду отсутствия постоянного «уровня белого» цветная вуаль на пленке также практически незаметна, и качество цветопередачи в кино кажется выше, чем в фотографии. Все эти достоинства чёрного обрамления сделали его как бы само собою разумеющимся в кинотеатрах [11].

Но чёрное обрамление обладает рядом серьезных недостатков, которые с развити-

<sup>1</sup> Эти опыты были проведены В. С. Щекочихиным и А. Л. Левингтоном.



a



б

*Рис. 2. Чёрное обрамление киноизображений:*  
а — удачное; б — относительно неудачное

ем кинематографа становятся все заметнее.

Прежде всего чёрное обрамление ограничивает поле зрения, что ухудшает комфорт, снижает ряд функций зрения (контрастную чувствительность, остроту), увеличивает утомление. Чем меньше угловой размер изображения, тем сильнее дискомфортность чёрного обрамления; она наиболее заметна при просмотре обычных фильмов из задних рядов зрительного зала.

При чёрном обрамлении киноизображения глаза адаптируются к относительно низкому общему уровню яркости и воспро-

изведение чёрных тонов в изображении становится новозможным: кадры с большими темными участками (ночные сцены, титры, затемнения и т. п.) выглядят белесыми, неестественно светлыми, чёрные тона воспроизводятся темно-серыми. В цветных фильмах адаптация глаз по низкому уровню яркости приводит к ухудшению различия цветов и заметному посинению ночных сцен (из-за отмеченного уже эффекта Пуркинье).

Главную функцию — отделение киноизображения от окружающего пространства — чёрное обрамление хорошо выполняет от-

нюдь не для всех кинокадров. При наличии по краям кадра большого количества темных участков края изображения на экране как бы «растворяются» и композиция кадра существенно искажается. На рис. 2 приведены случаи удачного (а) и относительно неудачного (б) использования черного обрамления. Размеры черного обрамления на рисунках примерно соответствуют относительному размеру экрана для демонстрации 70-мм фильмов; зачерненный участок характеризует ту площадь экрана, которую приходится кашетировать при переходе от широкоформатной кинопроекции к нормальной. Кстати, осуществление в современных условиях (т. е. при многообразии видов кинематографа и наличии больших, зачастую криволинейных экранов) черного обрамления требует использования весьма дорогостоящего и громоздкого оборудования для перемещения перед экраном подвижных черных кашет.

Черное обрамление совершенно противопоказано для установок дневной кинопроекции (рекламных, учебных, выставочных), хотя здесь порой его используют. «Траурная» рамка резко диссонирует с окружающей обстановкой и превращается в своеобразный эталон «уровня черного», разоблачая такие погрешности киноизображения, как малый контраст, разбеливание темных участков изображения (возникающее при его большой яркости, необходимой для дневной проекции), искаженное воспроизведение черного в цветных фильмах.

б) Светлое (цветное) обрамление. Такой вид обрамления изображений наиболее распространен в живописи, фотографии, телевидении и на дневных кинустановках. Многие изобретатели с давних пор предлагают использовать светлое обрамление и в кинотеатрах, что должно полностью или частично устранить перечисленные недостатки черного обрамления.

Специальные исследования показали, что оптимальная, с точки зрения зрительного комфорта, яркость обрамления находится в определенном соотношении с яркостью киноизображения. По данным проф. Е. М. Голдовского [8], желательная яркость обрамления

$$B_0 \approx \frac{1}{2} \sqrt{B_s} \text{ асб},$$

где  $B_s$  — яркость экрана при отсутствии

фильма в фильковом канале кинопроектора. По данным Х. Гросскопфа [12], исследовавшего условия оптимального рассматривания телевизионных изображений, желательная яркость окружения (обрамления) экрана несколько различна для зрительного комфорта и для оптимального (по контрасту) качества изображения. Рекомендуемая Гросскопфом яркость окружения экрана (5—10% от максимальной яркости изображения) довольно близко совпадает со значениями, полученными из приведенной формулы Е. М. Голдовского.

Способы светлого обрамления киноизображения можно разделить на две группы: 1) способы, использующие рассеянный свет от самого изображения; так как количество рассеянного света и яркость обрамления находятся в прямой зависимости от интегральной яркости изображения, то эти способы иногда называют «синхронными»; 2) способы, использующие дополнительные источники света; в этих способах яркость обрамления постоянна или меняется независимо от киноизображения, в связи с чем их можно назвать «асинхронными».

Не останавливаясь на многочисленных способах «синхронного» и «асинхронного» светового обрамления, проанализированных ранее [8], отметим кратко особенности реализованных на практике новых методов такого обрамления.

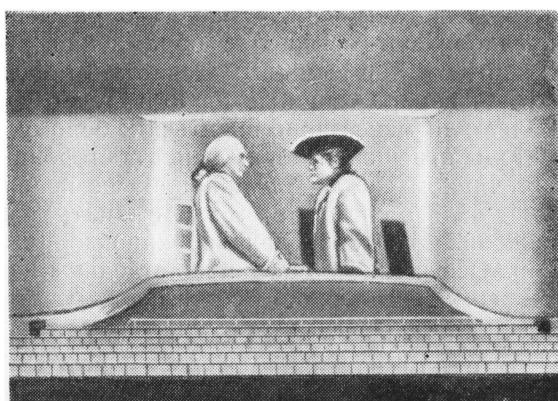
Вследствие указанных уже трудностей кашетирования киноизображения на больших криволинейных экранах им нередко пренебрегают. Изображение оказывается окруженным незащищенной поверхностью экрана, на которую падает рассеянный свет от объектива проектора и свет, отраженный из кинозала<sup>1</sup>. Обычно этот рассеянный свет невелик и создает яркость «обрамления» около 1% максимальной яркости изображения. Это в 5—10 раз меньше вышеуказанных рекомендованных значений, однако подобная яркость все же позволяет различать полотно большого экрана, увеличивает долю участия периферического зрения и благоприятно отражается на функциях зрения.

На рис. 3, а показан пример «синхронного» обрамления киноизображения в одном

<sup>1</sup> Подобный тип обрамления имеется во многих панорамных кинотеатрах, в частности в московском кинотеатре «Мир».

из американских кинотеатров [13], улучшающий «эффект участия». Усиление яркости обрамления достигнуто закруглением краев экрана в сторону зрительного зала. Очевидно, такой экран пригоден лишь для одного формата изображения и может быть применен только в специальных случаях.

*Рис. 3. Светлое обрамление киноизображения:*  
*а — «синхронное» обрамление; б — пример удачного использования светлого обрамления; в — пример неудачного использования светлого обрамления*



*а*



*б*



*в*

Если методы «синхронного» обрамления предполагают освещение обрамления рассеянным «перемешанным» светом от самого киноизображения, которое в итоге будет более или менее приближаться к белому, то методы освещения обрамления посторонним источником света, как правило, не используют белого света, ибо могут выявиться искажения цветопередачи в киноизображении. Освещение обрамления отдельным независимым источником света поэтому обычно является цветным.

В одном из панорамных кинотеатров («Россия», Ростов-на-Дону) применен метод проецирования светлого цветного обрамления киноизображения от самостоятельного источника света (от осветителя резервного кинопроектора) [14]. При помощи светофильтра можно подбирать цвет обрамления. Отмечается, что при демонстрации черно-белых фильмов лучший эффект дает применение темно-голубого и темно-зеленого светофильтра, а при демонстрации цветного фильма — густого оранжевого и желтого. Указанные особенности легко могут быть объяснены вышеописанными иллюзиями цветового контраста. Синее или темно-зеленое обрамление черно-белого изображения зрительно уменьшает его «мертвенный» характер, так как глаз воспринимает изображение слегка окрашенным в дополнительный к цвету обрамления, более «теплый», желтовато-красноватый цвет. Оранжевое или желтое обрамление цветного киноизображения соответственно сделает для глаза более сочным, насыщенным соседнее с обрамлением изображения неба и зелени, окрашенных в цвета, примерно дополнительные к цвету фона. Необходимо отметить, что цветное обрамление благодаря иллюзии цветового контраста позволяет просто корректировать некоторые ошибки цветопередачи, например вызванные низкой цветовой температурой проекционного источника света (в частности, лампы накаливания). Для этого достаточно применить обрамление желтого или красного оттенка.

К недостаткам светлого (цветного) обрамления можно отнести демаскирование плоскости экрана, заметно ухудшающее объемность и реалистичность киноизображения, значительное увеличение общей за- светки изображения, возникновение иллюзии уменьшения размеров и яркости изо-

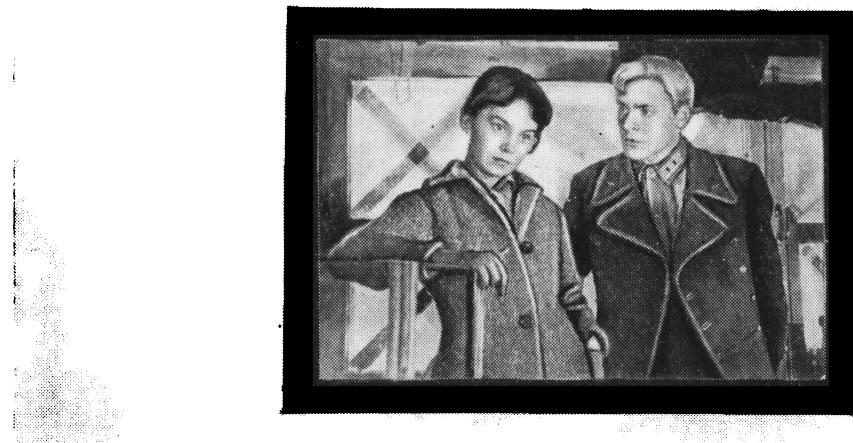
бражения (согласно рис. 1, г и ж). Постоянно освещенная «рамка», композиционно не связанная с изображением, может в некоторых случаях привести к искажению изображения, ибо она не создает четкого выделения границ киноизображения, имеющего светлые края. На рис. 3 приведен пример удачного (б) и неудачного (в) использования светлого обрамления, подтверждающий данное положение.

Далее. Как выше было показано, зрительный комфорт требует более или менее пропорционального увеличения яркости обрамления при увеличении яркости изображения, тогда как достижение оптимального качества изображения требует в этом случае противоположного — снижения яркости обрамления, которое благодаря иллюзии кажущегося изменения яркости (см. рис. 1, е) сделает более заметным факт увеличения яркости изображения. Оптимальное качество киноизображения обеспечивается лишь тогда, когда яркость обрамления находится не в прямой, а в обратной зависимости от яркости изображения, т. е. более яркому изображению должно соответствовать темное обрамление, а более темному изображению — светлое обрамление. Цветовые соотношения между изображением и обрамлением также должны иметь «обратную» зависимость, т. е. цветность обрамления должна быть дополнительной к основной цветности изображения, что обеспечит улучшение насыщенности цвета.

Из сказанного становится ясно, что описанные методы «синхронного» и «асинхронного» обрамления с точки зрения качества киноизображения являются неприемлемыми. «Синхронные» методы, обеспечивающие прямую пропорциональность между яркостью и цветностью изображения и обрамления, приводят к ухудшению качества изображения для всех кадров фильма, а «асинхронные» — для некоторых кадров.

Наконец отметим, что «гладкая», равномерно освещенная «рамка» (размером несколько метров) вокруг киноизображения не производит хорошего эстетического впечатления, она слишком однообразна и быстро надоедает.

в) Смешанное обрамление. Ни черное, ни светлое обрамление не могут быть признаны универсальным видом обрамления киноизображения. Так как фильм



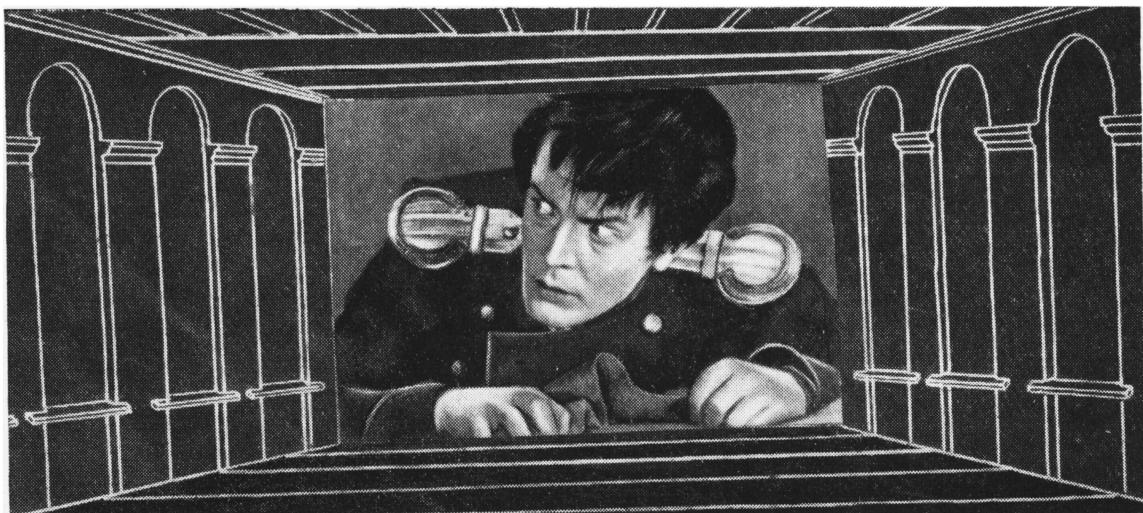
обычно содержит большое количество светлых планов и значительно меньшее количество темных сцен, то постоянное черное обрамление в целом более предпочтительное, чем светлое, с точки зрения повышения воспринимаемого качества изображения. Но светлое обрамление предпочтительнее с точки зрения зрительного комфорта.

Очевидно, «смешанное» обрамление, сочетающее в себе свойства и черного и светлого обрамления, может одновременно улучшить и зрительный комфорт и воспринимаемое качество изображения. Для светлых кадров фильма роль ограничительной рамки будут выполнять черные участки такого обрамления, а для темных кадров — светлые.

Рис. 4а. «Смешанное» обрамление киноизображения. Простейшая форма

Чередование (взаимное расположение) светлых (цветных) и черных участков в обрамлении может воспроизводить различные узоры, орнаменты и выполнять таким образом декоративную функцию, аналогично раме живописной картины. Характер орнаментов может быть самым разнообразным — штриховым или полутоновым, смысловым или абстрактным, «синхронным»

Рис. 4б. «Перспективное» обрамление киноизображения



или «асинхронным». В простейшей форме смешанное обрамление может иметь вид узкой черной рамки вокруг киноизображения, за пределами которой находится равномерно освещенное поле (рис. 4, а).

Более совершенна «перспективная» разновидность смешанного обрамления (рис. 4, б). Как известно, изображения больших размеров лучше воспринимаются зрителями. Это проявляется в тенденции непрерывного роста размеров кино- и телевизионных экранов, несмотря на то, что такие увеличенные экраны не дают ни увеличения количества информации (которое определяется разрешающей способностью фильмокопии и пропусканием телевизионного тракта), ни увеличения угла поля зрения (которое определяется нормами на расположение зрителей относительно экрана). Как показали специальные исследования [15], зрители легко определяют фактические размеры экрана и киноизображения независимо от угла поля зрения. Малый экран при близком расположении к нему (т. е. при значительном угле поля зрения) зритель все же оценивает как малый по сравнению с большим экраном и сильном удалении от него зрителя (т. е. при малом угле поля зрения). Фактические расстояния и размеры предметов глаз определяет по аккомодации, конвергенции и по окружающим ориентирам (стенам, потолку и т. д.). Ввиду того что роль аккомодации при определении расстояний, превышающих 5—6 м [16], практически ничтожна, значительно возрастает в этом отношении роль окружающих объектов.

Увеличение размеров киноизображения в существующих кинотеатрах практически невозможно и нецелесообразно, ибо оно должно повести к сокращению количества зрительских мест. Увеличение размеров экранов в проектируемых кинотеатрах ограничено разумной вместимостью зрительного зала и световой мощностью кинопроекторов. Таким образом, дальнейшему увеличению размеров экрана препятствуют весьма серьезные обстоятельства.

Однако в любом кинотеатре (старом или новом) вместо фактического увеличения можно применить «мнимое», кажущееся значительное увеличение изображения посредством специального обрамления экрана. Проецируя вокруг киноизображения изображение продолжения потолка и стен

данного зрительного зала, можно создать впечатление значительно более удаленного расположения экрана, чем на самом деле (рис. 4, б). Так как угловой размер изображения при этом не меняется, это создает иллюзию значительного (в полтора-два раза) увеличения размеров экрана. Это увеличение, естественно, происходит без ухудшения качества изображения и уменьшения яркости; одновременно благодаря использованию смешанного типа обрамления, увеличивающего общий угол зрения, улучшается комфорт зрителя.

Наряду с описанным «перспективным» обрамлением возможны другие самые разнообразные декоративные, орнаментальные или смысловые формы проекционного смешанного обрамления (рис. 5), которые в равной степени могут быть приемлемы как для светлых, так и для темных кадров.

Сравнительные испытания, проведенные авторами в НИКФИ, подтвердили серьезные преимущества проекционного смешанного обрамления в отношении улучшения зрительного комфорта. Неожиданным оказалось улучшение пластиности изображения, которое, вероятно, связано с устранением заметности фактуры киноэкрана. Периодическое устранение проекционного обрамления (путем временного отключения диапроектора фона) всеми зрителями воспринималось как резкое уменьшение размеров киноизображения и ухудшение комфорта.

Имеющийся (правда, еще очень небольшой) опыт применения проекционного обрамления показывает исключительную эффективность и эффектность частой смены обрамления. Такая смена может быть произведена при переходе демонстрации от журнала к кинофильму, от одного фильма к другому. Смена может заключаться в изменении рисунка обрамления или в изменении только его цвета (например, при переходе от черно-белого фильма к цветному).

Подобно раме живописной картины, рисунок орнаментального обрамления не требует обязательного смыслового соответствия содержанию киноизображения. Однако при наличии такого соответствия эффективность обрамления еще более возрастает. Так, народные орнаменты могут быть использованы для обрамления филь-

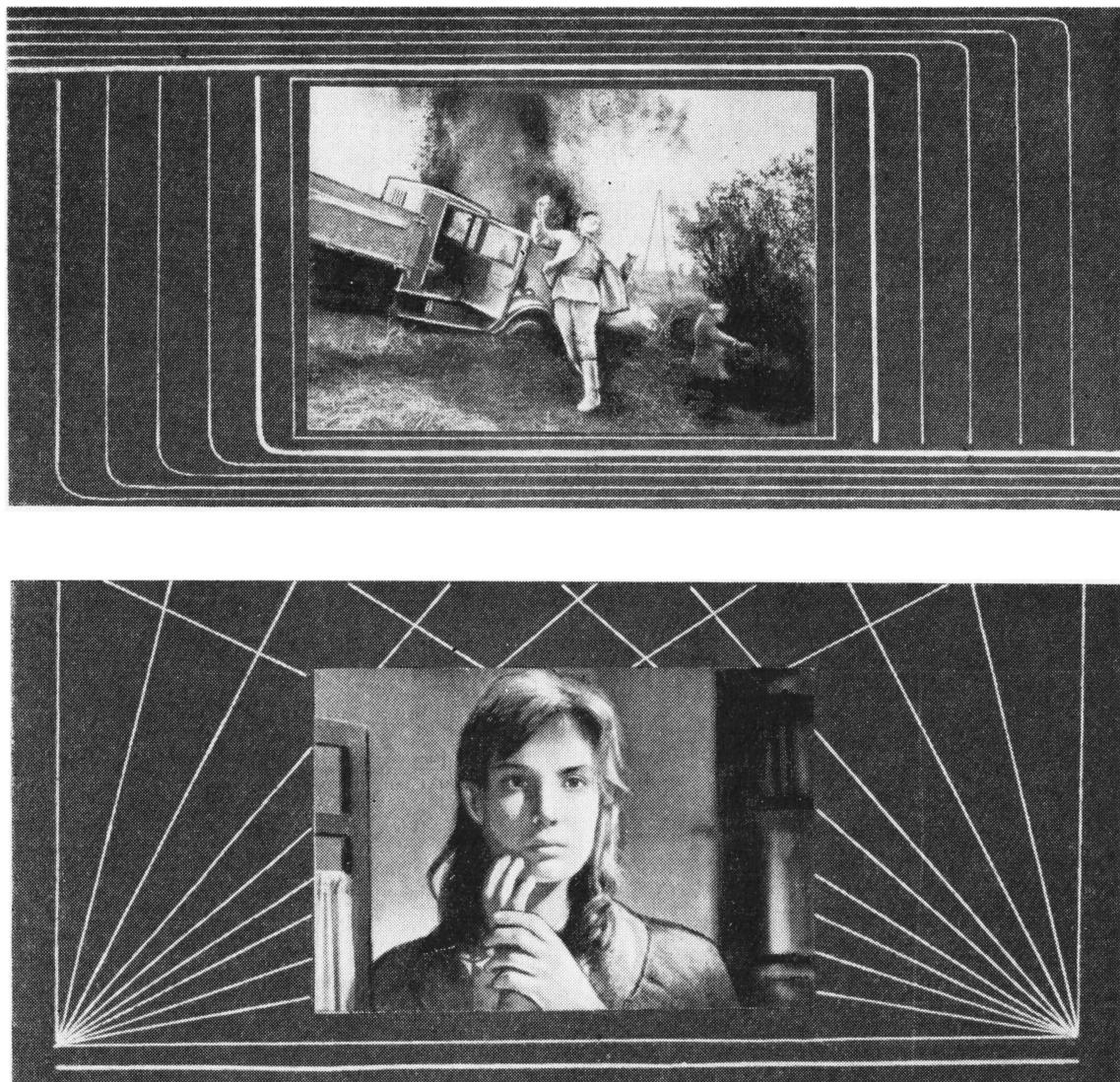


Рис. 5. «Смешанное» обрамление одинаково приемлемо для светлых и темных кадров

мов, например, на исторические темы; орнаменты абстрактного характера более целесообразны для обрамления современных и научно-фантастических фильмов и т. д. Очевидно, с развитием техники проекционного обрамления характер его рисунка может быть задан непосредственно режиссером и художником кинофильма с приложением соответствующего диапозитива к кинофильму.

Обрамление, таким образом, перестанет играть нейтральную, пассивную по отношению к кинофильму роль и как составной

элемент формы киноискусства станет еще одним активным выразительным средством в руках творческих работников. Необходимо также отметить, что предварительные эксперименты по изменению характера (рисунка или цвета) обрамления непосредственно *во время демонстрации* фильма, например в момент смены плана, дают основания предполагать перспективность этого метода в будущем. Известно [17], что цветовые оттенки вызывают определенные психологические ощущения: темно-синий — ночь, холод; голубой — пространство,

свежесть; зеленый — природа, отдых; золотой, пурпурный — роскошь, торжественность; красный — вечер, кровь, война и т. д. Геометрические построения (вертикали, горизонтали, наклонные линии, фигуры) также могут вызвать у человека определенные представления [2]. Использование только этих двух факторов в обрамлении киноизображения может намного повысить эмоциональное воздействие фильма на зрителей.

Техника описанного проекционного смешанного обрамления чрезвычайно проста и предполагает наличие в аппаратной кинотеатра диапроектора с набором светофильтров и диапозитивов изображений обрамления. Возможно для проецирования обрамления применение проекционного калейдоскопа, обеспечивающего разнообразие и постоянную симметричность изображения калейдоскопического орнамента центру киноизображения.

Проекционное обрамление не требует громоздкой «экранной машины» для перехода от одного формата киноизображения к другому. Для этого достаточно сменить диапозитив — вручную, дистанционно или автоматически (в зависимости от типа применяемого диапроектора).

Необходимый световой поток диапроектора для проецирования обрамления не очень высок [8, 12]. Он должен составлять 10—20% светового потока кинопроектора. Достижение такого светового потока при диапроекции, очевидно, не представляет особых трудностей. При выборе достаточно больших диапозитивов и применении эффективной системы их охлаждения демонстрация диапозитива с подобным потоком может длиться неограниченно долго.

Если для введения проекционного обрамления в обычных кинотеатрах может потребоваться переделка экрана, то панорамные, широкоформатные и широкоэкранные кинотеатры в случае показа обычных фильмов для этой цели уже приспособлены.

## Выводы

1. Обрамление киноизображения — важный, хотя и не всегда учитываемый фактор повышения качества демонстрации и восприятия кинофильма.

2. Черное обрамление, наиболее распространенное в существующих кинотеатрах,

не является оптимальным типом обрамления киноизображения; оно может быть приемлемо только для изображений с большими угловыми размерами (для панорамного и широкоформатного кинематографа).

3. Применение равномерного постоянно-го светлого (цветного) обрамления киноизображения в кинотеатрах неэффективно и нецелесообразно.

4. Оптимальным типом обрамления следует признать проекционное смешанное обрамление, содержащее светлые (цветные) и черные участки, образующие абстрактное (орнаментальное, декоративное) или смысловое изображение вокруг киноизображения.

5. Смена проекционного обрамления киноизображения — новый зрительно-выразительный элемент киноязыка, расширяющий возможности художественного кинематографа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г., Техника кино и телевидения, 1963, № 3.
2. Косматов Л. В., Тер-Гевондян Т., Современные проблемы изобразительной композиции в кино, Вопросы киноискусства, вып. 6, 1964.
3. Бургов В. А., Техника кино и телевидения, 1964, № 4.
4. Абриба М., Техника кино и телевидения, 1963, № 2.
5. Schöbel H., Das Sehen, II, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1964.
6. Ярбус А. Л., Адекватность восприятия на материале исследования оптических иллюзий. Канд. дисс., М., 1950.
7. Артамонов И. Д., Иллюзии зрения, Физматгиз, М., 1961.
8. Голдовский Е. М., Проблемы кинопроекции, М., «Искусство», 1955.
9. Блюмберг И. Б., Технология обработки кинофотоматериалов, М., «Искусство», 1958.
10. Усманович В. М., Техника кино и телевидения, 1960, № 6.
11. Mitchell R., International Projectionist, 1963, № 10, 4—6.
12. Grosskopf H., Kino-Technik, 1963, № 2, 35—38.
13. Smith A. L., Schlaeger B., JSMPT, 1961, 70, № 9, 677—685.
14. Ковалев А., Неженцев А., Киномеханик, 1963, № 6.
15. Кеменес F., Bild und Ton, 1961, 14, № 10, 302.
16. Кравков С. В., Глаз и его работа, изд. АН СССР, 1950.
17. Déribéhé M., Farbe, 1962, 11, № 1—6, 192—194.

# ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ УЗКОПЛЕНОЧНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО КИНЕМАТОГРАФА И ЕГО ТЕХНИКИ<sup>1</sup>

778.53 : 771.331.352

Киносеть нашей страны, насчитывающая сейчас около 140 000 киноустановок, в предстоящем пятилетии (1966—1970 гг.), несмотря на бурное развитие телевидения, по-прежнему будет численно расти. По-видимому, рост киносети будет продолжаться и в течение нескольких последующих лет.

Одновременно с увеличением числа киноустановок будет продолжаться процесс оснащения киносети новой, более совершенной техникой и улучшения качества изготавляемых для нее фильмокопий.

Уже сегодня в лабораториях НИКФИ и на промышленных предприятиях создаются образцы усовершенствованной кинодемонстрационной аппаратуры и разрабатывается более совершенная технология и оборудование для печати фильмокопий.

Возможные масштабы производства тех или иных образцов новой техники, а следовательно и целесообразность их разработки во многом зависят от правильности определения ближайших и более отдаленных перспектив развития кинематографии и, в частности, масштабов и сферы распространения широкоформатного, широкоэкранного, 35-мм обычного и 16-мм видов кинематографа. Без достаточно верной оценки этих перспектив нельзя правильно решать и вопросы эффективного использования средств на строительство и оборудование киноустановок, так как размеры капитальных вложений находятся в прямой зависимости от видов строящихся киноустановок и типа устанавливаемой в них аппаратуры.

Сказанное полностью относится к определению характера дальнейшего развития узкопленочного кино.

Профессиональный 16-мм кинематограф существует более трех десятилетий. В течение этого времени сотням миллионов зрителей были продемонстрированы сотни ху-

дожественных и большое количество хроникально-документальных, научно-популярных и учебных фильмов, снятых на узкой пленке.

За это время более совершенной стала техника узкопленочного кинематографа: повысилось качество звуковоспроизведения, наложен выпуск цветных фильмокопий. Профессиональная узкопленочная киносеть выросла до 36 500 киноустановок (26,4% общей численности профессиональной киносети).

Для промышленности и киносети имеет большое значение, будет ли эта киносеть в дальнейшем расти или сворачиваться.

В этой связи нам кажется, что опубликование на страницах журнала «Техника кино и телевидения» статьи В. Г. Комара и Н. Д. Бернштейна «Важнейшие задачи развития узкопленочного кинематографа» и обсуждение ее будут способствовать уточнению перспектив развития и роли узкопленочного кино в кинообслуживании населения нашей страны на ближайшие годы, помогут сосредоточить усилия работников НИКФИ и промышленности на решении действительно актуальных задач совершенствования техники узкопленочного кинематографа.

В указанной статье изложены некоторые соображения относительно возможностей использования 16-мм кинематографической системы передачи изображения в профессиональном кинематографе, в соответствии с которыми ее авторы считают целесообразным:

а) создание универсальной или дублированной аппаратуры, позволяющей демонстрировать как 35-мм, так и 16-мм фильмы;

б) переоснащение такой аппаратурой сельской киносети;

в) обеспечение возможности показа в городской профессиональной киносети 35- и 16-мм фильмов.

Реализация этих предложений, по мнению авторов, даст большую экономию кинопленки и значительных денежных

<sup>1</sup> Продолжение дискуссии («Техника кино и телевидения», 1965, № 5).

средств, так как они считают, что при этом появилась бы возможность:

в зависимости от содержания производить и тиражировать отдельные фильмы либо как 35-мм, либо как 16-мм;

учебные, многие хроникально-документальные и научно-популярные фильмы печатать только на 16-мм пленке;

перевести большое число фильмов с 35-мм на 16-мм пленку.

Так как предлагаемое авторами статьи переоснащение многих десятков тысяч сельских и городских киноустановок (на 1 января 1965 г. только на селе действовало 118 000 киноустановок) универсальной или дублированной аппаратурой является сложным и дорогостоящим мероприятием, нам хотелось бы сделать несколько замечаний относительно целесообразности такого переоснащения.

### Затраты на переоснащение киносети и их окупаемость

Стоимость универсальных кинопроекторов оригинальной конструкции даже после освоения массового производства их, естественно, не может быть ниже стоимости 35-мм кинопроекторов соответствующих параметров, так как по сравнению с последними универсальные проекторы будут иметь более усложненную конструкцию из-за дополнительного 16-мм тракта. Так, если комплект современного 35-мм кинопроектора КН-14, предназначенного для работы на киноустановках с залами до 150 мест, стоит 920 руб., то, надо полагать, комплект универсальной аппаратуры будет дороже не менее чем на 30—35%, т. е. на 280—320 руб.

Под «устройством для показа 16-мм фильмов» следует, очевидно, подразумевать не только универсальные кинопроекторы оригинальной конструкции, но и приставки к 35-мм проекторам для показа узкопленочных фильмов. Цена такой приставки даже к самому маломощному 35-мм кинопроектору вряд ли будет ниже цены узкопленочного проектора типа «Украина-4» (257 руб.). В то же время для части многостенных 35-мм киноустановок потребуются не одна, а две узкопленочные приставки.

Таким образом, по сравнению с обычным переоснащением киносети новейшей аппаратурой ее переоснащение универсальными

кинопроекторами и оснащение устройствами для показа 16-мм фильмов потребуют значительных дополнительных затрат: в среднем не менее 300 руб. на одну киноустановку, или 40—50 млн. руб. на всю киносеть.

Авторы считают, что «затраты на оснащение киносети устройствами для показа 16-мм фильмов довольно быстро должны окупиться за счет экономии на фильмофонде», т. е. за счет внутренних ресурсов кинематографии.

На наш взгляд, этот прогноз слишком оптимистичен. И вот почему.

Организации кинопроката приобретают сейчас в расчете на одну киноустановку около двенадцати частей полнометражных художественных фильмов (1,3 копии) и до четырех частей киножурналов, научно-популярных, хроникально-документальных и учебных фильмов в год. Стоимость печати их на 35-мм пленке примерно в два раза больше, чем стоимость печати на 16-мм пленке.

В настоящее время учебные, хроникально-документальные и научно-популярные фильмы для 103 000 35-мм киноустановок изготавливаются, естественно, на 35-мм пленке. Если, как предполагают авторы статьи, копии учебных, многих хроникально-документальных и научно-популярных фильмов (допустим, три части из четырех) после переоснащения киносети универсальной аппаратурой изготавливать на 16-мм пленке, экономия средств в расчете на одну киноустановку составит около 45 руб. в год.

Если допустить, что универсальной или дублированной аппаратурой будет переоснащена вся сельская и вся городская киносеть (хотя, как мы увидим ниже, это вряд ли возможно), общая сумма экономии от печати «учебных, многих хроникально-документальных фильмов» составила бы действительно около 4,6 млн. руб. в год.

Но авторы статьи, учитывая одну сторону явления, упускают из виду другую сторону.

Сейчас копии художественных фильмов для 36 500 16-мм киноустановок изготавливаются на недорогой 16-мм пленке. После переоснащения киносети универсальной аппаратурой для этих же киноустановок копии художественных фильмов будут изготавливаться уже на 35-мм пленке. Дополнительные затраты при этом составят: на 1 киноустановку

установку около 180 руб., а на 36 500 киноустановок — около 6,6 млн. руб. в год (см. таблицу), т. е. сумму, значительно большую, чем сумма экономии от перевода копий учебных, многих хроникально-документальных и научно-популярных фильмов на 16-мм пленку.

Таким образом, переоснащение киносети, предлагаемое авторами статьи, не может

окупиться за счет «экономии на фильмофонде». Наоборот, помимо капитальных вложений за счет государственного бюджета (40—50 млн. руб.) оно потребует дополнительных затрат на массовую печать фильмокопий не менее 2 млн. руб. в год. Такова самая минимальная цена переоснащения киносети универсальной или дублированной аппаратурой.

#### Сравнительные данные о стоимости массовой печати 35-мм и 16-мм фильмокопий

Виды фильмокопий	Цена за 1000 м, руб.	Объем массовой печати на одну киноустановку в год, тыс. м		Стоимость массовой печати для одной киноустановки в год, руб.	
		художественные фильмы (12 частей)	научно-популярные, хроникально-документальные и учебные фильмы (3 части)	художественные фильмы (12 частей)	научно-популярные, хроникально-документальные и учебные фильмы (3 части)
<b>35-мм фильмокопии</b>					
Черно-белые . . . . .	44—00	3,6	0,9	158,4	39,6
Цветные . . . . .	95—00			342,0	85,5
<b>16-мм фильмокопии</b>					
Черно-белые . . . . .	29—00	1,44	0,36	41,8	10,4
Цветные . . . . .	72—00			103,7	25,9
Разница в стоимости массовой печати на 35- и 16-мм пленке для одной киноустановки в год			Художественные фильмы	Научно-популярные, хроникально-документальные и учебные фильмы	
При печати только черно-белых копий . . . . .		116,6		29,2	
При печати только цветных копий . . . . .		238,3		59,6	
При соотношении между количеством черно-белых и цветных копий 1:1 (50% и 50%) . . . . .		177,7 (около 180)		44,4 (около 45)	
<p>Экономия от изготовления копий учебных, хроникально-документальных и научно-популярных фильмов на 16-мм пленке вместо 35-мм для всех 103 000 35-мм киноустановок 45 руб. × 103 тыс. киноустановок = 4,6 млн. руб.</p> <p>Дополнительные затраты при изготовлении копий художественных фильмов на 35-мм пленке взамен 16-мм для 36 500 киноустановок, переоснащенных универсальной аппаратурой 180 руб. × 36,5 тыс. киноустановок = 6,6 млн. руб.</p>					

#### Область применения 35-, 16-мм и универсальной или дублированной аппаратуры

Применение узкопленочного кинематографа из-за присущих ему технических особенностей возможно лишь в определенной области.

Экономичная, малогабаритная и сравнительно недорогая 16-мм кинодемонстрационная аппаратура может использоваться при существующих ныне конструктивных

решениях только на киноустановках с залами относительно небольшой вместимости. Для более крупных киноустановок она не пригодна и уступает здесь место более мощной (и более дорогой) 35-мм аппаратуре.

В 1964 г. утвержден и введен в действие разработанный НИКФИ руководящий технический материал РТМ-КИНО 131—63 «Рекомендации по применению основной киноаппаратуры для оборудования кинотеатров различной вместимости».

Согласно РТМ, выпускаемая много лет в различных модификациях маломощная узкопленочная передвижная кинодемонстрационная аппаратура типа «Украина», разработанная еще в начале 50-х гг. и основательно устаревшая, может применяться лишь в залах вместимостью до 100 мест (с экраном площадью до  $3,8 \text{ м}^2$ ). В более крупных залах с большими экранами эти узкопленочные кинопроекторы не обеспечивают необходимой яркости экрана и использоваться не должны.

Конечно, эта граница области применения 16-мм аппаратуры не может считаться окончательной. Создание 16-мм кинопроектора с более мощным световым потоком позволило бы использовать их в залах, в которых имеется более 100 мест, и, следовательно, несколько потеснить 35-мм кинематограф.

В таком расширении области применения узкопленочной киноаппаратуры, если оно не идет в ущерб качеству кинопоказа, киносеть экономически весьма заинтересована, так как лишь на затратах на печать фильмокопий одна 16-мм киноустановка, заменяя 35-мм, экономит государству до 250 руб. в год.

Иной подход к определению возможных областей применения 35-мм кинематографа предлагают в своей статье В. Г. Комар и Н. Д. Бернштейн.

Они считают, что выбор 35-мм или 16-мм кинематографической системы передачи изображения обусловливается содержанием демонстрируемых фильмов или, другими словами, количеством информации, которую они несут и которая определяет их художественную ценность.

Только 35-мм система передачи изображения, имеющая большую информационную емкость по сравнению с 16-мм системой, по их мнению, пригодна для всех фильмов художественных, хроникально-документальных, научно-популярных и учебных, а 16-мм система может использоваться лишь для фильмов учебных, многих хроникально-документальных и научно-популярных. Ввиду того что подавляющая часть профессиональных киноустановок страны обязана демонстрировать фильмы всех перечисленных видов, применительно к киносети такой взгляд на возможности 35- и 16-мм кинематографа приводит авторов статьи к заключению о необходимости

переоснащения киноустановок «универсальной или дублированной аппаратурой, позволяющей демонстрировать как 35-мм, так и 16-мм фильмы.

Вполне закономерен вопрос, какой представляют себе авторы статьи узкопленочную часть универсальной или дублированной аппаратуры; какие конструктивные решения ее они предлагают и какими параметрами она будет обладать; сможет ли она обеспечить высококачественный показ фильмов в залах на 200, 300 или 400 мест с экранами размером более чем  $3,8 \text{ м}^2$ . К сожалению, в статье этот вопрос не освещен, хотя именно от параметров узкопленочной части универсальной или дублированной аппаратуры зависит, как широко последняя может использоваться.

Установленные в одном зале 35- и 16-мм кинопроекторы при одинаковых источниках света из-за различия в площади проецируемых кадров не могут обеспечить равную освещенность экрана одного размера. Поэтому при переходе от работы 35-мм кинопроектора к работе 16-мм кинопроектора для сохранения нормальной освещенности экрана необходимо уменьшать размеры изображения на 25—30%, что означает уменьшение угловых размеров экрана сверх допустимых пределов для соответствующего количества зрителей и задней части зала.

Если узкопленочная часть универсальной аппаратуры будет иметь величину светового потока примерно такую же, как 16-мм кинопроектор «Украина-4», то обеспечить нормальный показ фильмов на 16-мм пленке в залах, имеющих более 100 мест, универсальный кинопроектор не сможет. Но в этом случае теряет смысл и само переоснащение дорогостоящей универсальной аппаратурой киноустановок с залами свыше 100 мест, так как их узкопленочная часть окажется непригодной для работы в подобных залах. Если же световой поток удастся сделать более мощным, достаточным для показа фильмов на 16-мм пленке в залах вместимостью не до 100, а, например, до 200 мест, то это лишь несколько изменит границы возможного использования узкопленочной части универсального кинопроектора. Но и в этом случае ее нельзя будет применить на киноустановках с залами большей вместимости.

По тем же причинам вряд ли окажется

возможным широкое применение универсальной киноаппаратуры в городской кинесети, так как залы городских кинотеатров по вместимости, как правило, превосходят залы сельских киноустановок.

Несмотря на то, что авторы статьи не определили область применения универсальной аппаратуры, мы видим, что она ограничена малыми киноустановками.

Киноустановки с большими залами не смогут использовать узкопленочную часть универсальной или дублированной аппаратуры и будут вынуждены показывать хроникально-документальные, научно-популярные и учебные фильмы на 35-мм пленке, а это означает, что экономия от «перевода большого числа фильмов с 35-мм на 16-мм пленку», на которую рассчитывали авторы, соответственно сократится и что кинопрокату не удастся тиражировать фильмы в зависимости от содержания «либо как 35-мм, либо как 16-мм». По всем фильмам потребуются тиражи копий и на 35- и на 16-мм пленке.

Очевидно универсальную аппаратуру в основном можно будет использовать для переоснащения узкопленочных киноустановок, хотя и это не везде удастся сделать: разместить на многих мелких киноустановках двухпостный комплект универсальной или дублированной аппаратуры вместо кинопроектора «Украина-4» просто невозможно.

Если авторы статьи считают необходимым даже на самых небольших киноустановках демонстрировать художественные фильмы только на 35-мм пленке, то не лучше ли будет просто заменить (там, где можно) узкопленочные проекторы обычными 35-мм — более дешевыми, чем универсальные?

### Об использовании 16-мм системы передачи изображения в художественном кинематографе

Малая информационная емкость 16-мм кинематографической системы передачи изображения (сравнительно с 35-мм системой), по мнению В. Г. Комара и Н. Д. Бернштейна, является одной из основных причин, препятствующих ее использованию в художественном кинематографе.

В. Г. Комар указывает, что информационная емкость «определяет предельное

число возможных различных изображений, которые могут быть переданы в кинематографическом процессе, включая изображения, которые не имеют смыслового значения» [1]. Пользуясь формулой, предложенной В. Г. Комаром, из которой следует, что информационная емкость системы передачи изображения прямо пропорциональна полезной площади кадра фильмокопии, и, учитывая, что величина информационной емкости 35-мм обычного черно-белого кинематографа определена авторами статьи ориентировочно в 300 000 *дв. ед.*, можно определить ориентировочную величину информационной емкости для других видов кинематографа:

Вид кинематографа	Полезная площадь проецируемой части кадра, <i>мм<sup>2</sup></i>	Ориентировочная величина информационной емкости системы, тыс. <i>дв. ед.</i>
16-мм . . . . .	70,3	66,3
35-мм (обычный) . .	318,0	300,0
70-мм . . . . .	1070,0	1009,4

Из потока информации, передаваемой той или иной кинематографической системой, зритель способен уловить лишь весьма небольшую ее часть: «В действительности информация, воспринимаемая зрителями в кинематографе, значительно меньше, чем его информационная емкость» [1]. Объем информации, воспринимаемой зрителями, ограничивает пропускная способность зрения, т. е. «предельное количество информации, которое может быть воспринято мозгом через зрительную систему за единицу времени. Ее величина в оптимальных условиях рассматривания имеет порядок нескольких десятков двоичных единиц информации в секунду» [2]. Согласно экспериментальным данным, полученным авторами работы [2], пропускная способность зрения составляет около 75 *дв. ед.* информации в секунду.

Так как время рассматривания одного кинематографического кадра длится менее  $1/24$  секунды, то зритель может воспринять из каждого кадра максимально около

3 дв. ед. информации (75 : 24). Эта величина одинакова для всех видов кинематографа и всех видов фильмов (художественных, учебных и др.), так как она зависит лишь от пропускной способности зрения и времени рассматривания кадра.

Сознательно или неосознанно постановщики фильмов вынуждены считаться со сравнительно небольшой пропускной способностью зрения. Они стремятся облегчить зрителю поиск в кадре полезной информации, сделать по возможности более выразительным изображение, фиксируемое в кадрах, не перегружать его излишней информацией, регулируют длительность показа кадров, применяют различные планы и др. Вместе с тем любая из существующих кинематографических систем передачи изображения обладает информационной емкостью, позволяющей передавать объем информации, в десятки тысяч раз превышающий пропускную способность зрения.

Вид кинематографа	Соотношения между пропускной способностью зрения и информационной емкостью системы передачи изображения
16-мм . . . . .	1:22 100
35-мм (обычный) . . .	1:100 000
70-мм . . . . .	1:336 000

Эти соотношения характеризуют богатейшие возможности для поиска авторами фильмов художественно-изобразительного решения каждого кадра, которое в наибольшей степени отвечало бы их замыслам.

В связи с этим немалый интерес представляют вопросы: каков допустимый предел уменьшения информационной емкости кинематографической системы передачи изображения, при котором еще могут быть обеспечены необходимые требования к художественно-изобразительным качествам фильма? Во сколько раз эта минимальная информационная емкость должна превышать пропускную способность зрения? Какая величина информационной емкости кинематографических систем необходима для художественных, научно-популярных, хро-

никально-документальных, учебных фильмов?

Мнение авторов статьи, что для передачи содержания учебных, многих хроникально-документальных и научно-популярных фильмов информационная емкость 16-мм системы достаточна, а для передачи содержания художественных фильмов необходима информационная емкость в 4,5 раза большая (35-мм система), не является результатом каких-либо исследований или измерений и, на наш взгляд, противоречит многолетнему опыту работы с сотнями художественных фильмов профессиональной узкопленочной киносети. Без специального исследования этих вопросов вряд ли можно делать окончательные выводы о непригодности 16-мм кинематографической системы для художественного кинематографа.

Для длительно и тщательно изучаемых аэрофотоснимков уменьшение информационной емкости, подобное ее уменьшению при переходе от 35- к 16-мм системе, очевидно, неприемлемо. Для обычного же кинематографического изображения, восприятие которого является ассоциативным процессом (в ходе этого процесса зритель суммирует небольшие количества информации, получаемые от каждого из множества кратковременно предъявляемых ему менее чем на  $1/24$  секунды снимков), указанное уменьшение информационной емкости кадров ощутимого значения не имеет.

При высококачественной демонстрации полноценной в техническом отношении узкопленочной фильмокопии зрители воспринимают примерно такой же объем полезной информации, как и при показе фильма на 35-мм пленке.

В этом смысле вполне оправдана аналогия между копиями фильма, отпечатанными на 35- или 16-мм пленке, и экземплярами книги разных изданий, набранных различными по размеру шрифтами. Объем информации, которая может быть зафиксирована в кадре 16-мм фильма, несмотря на его меньшую по сравнению с кадром 35-мм фильма площадь, по своей величине по-прежнему остается на много порядков выше, чем пропускная способность зрения (соответственно 66 000 и 3 дв. ед. информации).

Если, по мнению авторов статьи, эта емкость недостаточна для передачи инфор-

мации, содержащейся в художественных фильмах, то какая же емкость достаточна? К сожалению, таких данных и их обоснования в статье не содержится. Это обстоятельство не придает достаточной убедительности выводу авторов о непригодности 16-мм системы для художественного кинематографа и о необходимости дорогостоящего переоснащения киносети.

**Совершенствование техники  
16-мм кинематографа —  
главное условие  
развития узкопленочной киносети**

Более  $\frac{1}{4}$  киноустановок профессиональной киносети оснащены узкопленочной аппаратурой. В последние годы при некотором росте числа 16-мм киноустановок их удельный вес в киносети несколько уменьшился. Будет ли в дальнейшем узкопленочная киносеть численно увеличиваться и существуют ли предпосылки для ее дальнейшего роста?

Область применения узкопленочной аппаратуры — малые залы (сейчас — до 100 мест), в которых на 16-мм пленке могут демонстрироваться фильмы всех видов (художественные, хроникально-документальные, научно-популярные, учебные). В залах большей вместимости 16-мм аппаратура, выпускаемая сейчас, не может конкурировать с 35-мм аппаратурой, поэтому и все фильмы здесь должны демонстрироваться на 35-мм пленке.

Граница между областью применения 16- и 35-мм аппаратуры определяется только конкретными техническими параметрами аппаратуры. Возможен ли в ближайшем будущем рост количества киноустановок с малыми залами? Очевидно, возможен. На 284 000 населенных пунктов с числом жителей более 50 и на 420 000 более мелких в стране в настоящее время имеется только 118 000 киноустановок (в том числе 95 000 стационарных).

Таким образом, простор для роста числа киноустановок с малыми залами большой. Но займут ли эту область экономичные 16-мм кинопроекторы или они уступят ее 35-мм аппаратуре, зависит от того, как будут решаться в дальнейшем некоторые вопросы совершенствования техники отечественного 16-мм кинематографа.

Сейчас широкопленочные киноустановки

все более проникают в сферу, ранее принадлежавшую узкопленочным киноустановкам. И это понятно. Организации кинопроката в настоящее время по разным причинам не выпускают на экраны узкопленочные киносети до  $\frac{1}{3}$  фильмов, выходящих на экраны 35-мм киноустановок.

Цветных фильмов на узкой пленке выпускается намного меньше, чем на широкой. Широкоэкранные фильмы на 16-мм пленке не печатаются и не демонстрируются. Качество печати 16-мм копий не обеспечивает необходимую устойчивость изображения и т. д.

В этих условиях устанавливать все ту же «Украину» на новых киноустановках или заменять ею 35-мм аппаратуру для профессиональной («коммерческой») киносети равносильно самопожертвованию. Поэтому 16-мм аппаратура устанавливается сейчас в профессиональной киносети лишь в тех случаях, когда невозможно установить 35-мм аппаратуру: при несоответствии помещения условиям пожарной безопасности, крайне ограниченных размерах его и т. п.

Относительно перспективы расширения области использования узкопленочной аппаратуры за счет проникновения ее в область, занимаемую сейчас 35-мм аппаратурой, т. е. на киноустановки с более крупными залами, следует сказать, что кинопроектор «Украина» в этом смысле давно исчерпал свои возможности и, конечно, не имеет никаких шансов потеснить 35-мм аппаратуру.

Таким образом, совершенно очевидно, что, если не произойдет существенных изменений в технике и технологии производства узкопленочного кинематографа, перспективы развития профессиональной 16-мм киносети будут довольно скромными.

Абсолютная численность ее еще некоторое время, возможно, будет возрастать, но удельный вес в общей численности киноустановок, по-видимому, будет снижаться.

Экономические преимущества узкопленочного кинематографа общеизвестны. Об использовании одного из них следует сказать особо.

Программа КПСС предусматривает ликвидацию социально-экономических и культурно-бытовых различий между городом и деревней. Органам кинофикации и кинопроката предстоит в этой связи решить

проблему сокращения сроков обслуживания новыми фильмами сельского населения. В настоящее время кинопрокат может обслужить копиями новых фильмов городскую киносеть за 1,5—2,5 месяца, а сельскую лишь за 8—12 месяцев. Это крайне нежелательное различие в сроках кинообслуживания городского и сельского населения можно устраниТЬ только единственным путем — увеличением тиражей фильмокопий для сельской киносети в 4—5 раз. Такое увеличение тиражей 35-мм фильмокопий требует дополнительно нескольких сот миллионов метров кинопленки в год, а следовательно, соответствующего наращивания мощностей кинопленочной и кинокопировальной промышленности. Вместе с тем из пленки (триацетатной), идущей на изготовление 1000 35-мм фильмокопий, можно изготовить 5000 16-мм фильмокопий. Поэтому более широкое применение в сельской киносети 16-мм аппаратуры помогло бы с минимальными затратами решению задачи резкого сокращения сроков кинообслуживания сельского населения.

Чтобы узкопленочная киносеть могла серьезно развиваться, ей нужны новые типы аппаратуры (линейка), включая и стационарную аппаратуру с мощными источниками света, с возможностью применения анаморфотных насадок для показа широкоэкраных фильмов.

В статье В. Г. Комара и Н. Д. Бернштейна сказано: «16-мм кинематограф не в состоянии обеспечить удовлетворительный показ широкоэкраных фильмов». Действительно, не может обеспечить такой по-

каз кинопроектор «Украина-4». Но ведь в том же номере, где это написано, журнал помещает рекламу на анаморфотные насадки для демонстрирования широкоэкраных фильмов на 16-мм пленке. Очевидно, прогресс в этой области возможен.

Важное значение в этой связи приобретает завершение в текущем году в НИКФИ работ по созданию образца 16-мм стационарного кинопроектора с ксеноновой лампой. Кинопроектор такого типа давно необходим киносети. Ускорение его массового выпуска — одна из самых насущных задач наших конструкторов и промышленности.

Перспективы развития узкопленочной киносети сейчас находятся в руках создателей ее техники, они зависят от того, что сможет дать промышленность киносети взамен «Украины-4» и когда; какими параметрами будут обладать новые типы 16-мм аппаратуры; в каких по вместимости залах они смогут работать и, конечно, от того, когда и насколько улучшится качество изготовления 16-мм фильмокопий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г., Техника кино и телевидения, 1963, № 3.
2. Глезер В. Д., Цуккерман И. И., Цыкунова Т. М., О зависимости пропускной способности зрения от яркости, АН СССР, 1961, 136, № 3.
3. Глезер В. Д. и Цуккерман И. И., Техника кино и телевидения, 1957, № 12.
4. Глезер В. Д., Цуккерман И. И., Цыкунова Т. М., Техника кино и телевидения, 1961, № 3.
5. Лебедев Д. С., Цуккерман И. И., Телевидение и теория информации, «Энергия», 1965.
6. Глезер В. Д. и Цуккерман И. И., Информация и зрение, изд. АН СССР, 1961.

# О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ЗВУКА В КИНОФИЛЬМАХ

778.534.4

Кратко рассматриваются работы по записи — воспроизведению звука в кино. Анализируются факторы, отрицательно влияющие на качество звука в кинофильмах; на основе опыта киностудии «Мосфильм» вносятся некоторые предложения по его повышению.

## Введение

За последние годы в кинематографии в технике записи — воспроизведения звука произошли значительные изменения. Повсеместно внедрен и освоен магнитный метод звукозаписи. Разработано и изготовлено промышленностью много нового оборудования для записи, перезаписи, монтажа, электрокопирования и воспроизведения звука. Выпущены новые типы звуконосителей (магнитного — тип 6; фотографического — ЗТ-7). Построены новые киносъемочные павильоны, тонстудии и ателье озвучивания и перезаписи.

Разработаны основные положения технологии стереофонической записи кинофильмов.

Полностью исключено контратипирование фотографических фонограмм. Освоена и внедрена технология изготовления магнитных фонограмм на фильмокопиях 16-мм, широкоэкраных и широкоформатных кинофильмов.

На ряде киностудий и кинокопировальных фабрик применяется способ раздельной обработки фотографических фонограмм и изображения цветных кинофильмов.

В области техники звуковоспроизведения также произошли большие изменения. Так, например, во многих кинотеатрах установлена более совершенная звуковоспроизводящая аппаратура. Несколько тысяч кинотеатров оборудовано аппаратурой для стереофонического воспроизведения. 16-мм киносеть почти полностью переведена на демонстрацию кинофильмов с магнитной фонограммой.

Однако несмотря на проведенные работы по улучшению материально-технической базы, качество звука в кинофильмах в ряде случаев остается неудовлетворительным.

## 1. Факторы, отрицательно влияющие на качество звука

Анализ звучания ряда фильмов показал, что качеству звукозаписи, перезаписи и тиражирования фонограмм не всегда уделяется должное внимание.

Так, с самого начала подготовки фильма к производству, звук, как средство художественного выражения, не учитывается: при разработке режиссерских сценариев недостаточно отрабатывается диалог, не придается значения сочетанию отдельных слов и т. д.

Актеры на роли зачастую отбираются без учета их дикции; уровень громкости произносимых слов и особенно понижение уровня громкости в конце фраз не принимаются во внимание, а это обычно приводит к неразборчивости речи.

Звуковое решение некоторых художественных кинофильмов свидетельствует о недостаточной культуре в использовании звука (в том числе и стереофонии) у создателей этих фильмов.

Синхронные съемки в павильонах и озвучивание в ряде случаев проводятся в условиях, еще не отвечающих современным требованиям: тишина не соблюдается, шум от съемочных камер, тележек, осветительных приборов и т. п. не устраняется.

Хотя процесс озвучивания и перезаписи является одним из наиболее важных этапов производства кинофильмов, определяющих качество фонограммы, время на монтажно-тонировочные работы и перезапись, как правило, сокращается. Это лишает режиссера и звукооператора возможности уделять внимание творческой стороне звукового решения фильма и высокому техническому качеству фонограммы.

Неправильное соотношение уровней звука речи, музыки и шумов в процессе перезаписи приводит к неразборчивости реп-

лик. Слишком громкие фоновые звуки и шумы, сопровождающие диалог и заглушающие его, раздражают зрителя, ухудшают восприятие фильма.

Такие же жалобы есть и за рубежом, в частности в Англии, хотя технические успехи в области записи звука, особенно магнитной записи, неоспоримы.

Например, в одной из редакционных статей [1], говорится: «Зачастую при съемке какого-либо эпизода можно находиться на расстоянии нескольких метров от актеров и не слышать ни одного слова из диалога. Это обусловлено низким уровнем речи, что модно в настоящее время. Актерам разрешается понижать голоса в конце предложений. Это те недостатки, которые возрастают при увеличении реверберации и создают неразборчивость речи».

Далее, с учетом опыта работы в телефонии, в статье рекомендуется требовать от режиссеров и актеров минимального уровня громкости для всех первичных записей.

В другой статье [2] рассматриваются вопросы, связанные с шумом, создаваемым зрителем в кинотеатре: «Любой режиссер, который при создании фильма исходит из предпосылки, что зрители в кинотеатре должны сидеть совершенно тихо для наиболее полного восприятия фильма, столкнется с неприятностями. Опыт показал, что фильм должен соответствовать требованиям среднего кинотеатра и среднего кинозрителя (но отнюдь не «идеальным» условиям просмотрового зала или ателье перезаписи студии), а не аудитория должна приспособливаться для соответствующего восприятия фильма. Мы не знаем рецепта, чтобы заставить аудиторию вести себя согласно замыслам режиссеров».

Далеко не все киностудии и кинокопировальные фабрики располагают приборами для определения правильных величин компенсационных плотностей негативов фотографических фонограмм перезаписи, получаемых способом «электрической печати» с магнитных оригиналов перезаписи кинофильмов. Это зачастую приводит к появлению в процессе печати и воспроизведения массовых фильмокопий, неприятных для слуха специфических высокочастотных искажений («доннер-эффект»).

Нестабильность параметров звуковой пленки ЗТ-7, черно-белых и цветных позитивных кинопленок требует определения со-

ответствующих величин компенсационных плотностей печати массовых фильмокопий при переходе почти к каждой новой эмульсии и оси негативных и позитивных кинопленок.

Широкоэкраных фильмов со стереозвуком еще очень мало, а в настоящее время стереозвук требует дальнейшего повышения его качества.

Следует сказать, что подготовка творческих работников кинематографии (сценаристов, режиссеров, операторов, актеров) во ВГИКе, в отличие от принятой теперь зарубежной практики, оторвана от подготовки звукооператоров; не учитывается также и современное состояние звукотехники, что приводит к ряду отмеченных недостатков.

Для улучшения в ближайшем будущем качества звука в кинофильмах было бы целесообразно осуществить ряд предложений, важнейшие из которых представлены ниже.

## 2. Некоторые предложения по улучшению качества звука

### а) Звуковое решение фильма, работа с актером, монтажно-тонировочный период

При разработке режиссерских сценариев особое внимание должно быть уделено звуковому решению фильма — так называемой «звуковой экспликации», которая в обязательном порядке должна стать неотъемлемой частью каждого режиссерского сценария кинофильма, а особенно стереофонического.

Следует весьма тщательно отрабатывать диалог, обращая особое внимание на сочетание отдельных слов и фраз.

Утверждать актеров на ведущие роли в художественных фильмах можно только после проведения звуковых проб, определения дикционных данных актера, а также после обязательного согласования со звукооператором.

Кроме того, работа с актерами в процессе самого производства художественных фильмов должна быть улучшена; значительно должна быть повышена требовательность к разборчивости речи, причем особое внимание следует обратить на произношение, четкость и разборчивость окончаний слов. Следует строго выполнять рекомендации, предупреждающие возникновение шумовых помех от декорационных сооружений и их

деталей (помостов, полов, лестниц и т. п.), предназначенных для синхронных съемок. Эти рекомендации, разработанные киностудией «Мосфильм», следует утвердить к внедрению как обязательные и придерживаться их при производстве фильмов. Звукооператоры, в свою очередь, должны повысить требовательность к акустическим условиям при приемке декораций съемочной группой и соблюдению режима тишины.

Ни в коем случае не должен сокращаться монтажно-тонировочный период, а также время, отведенное на озвучивание, запись музыки, монтаж и перезапись фильма; тщательность проведения этой работы при всех прочих равных условиях положительно скажется на конечном результате. Тщательность звукового монтажа кинофильмов и, в частности, склеек фонограмм имеет существенное значение для исключения нежелательных щелчков, «заиканий» и других дефектов.

Для обеспечения разборчивости диалога приемлемая разница между уровнями записи музыки, шумов и речи в процессе перезаписи должна быть порядка 6—8 дБ. При этом динамический диапазон диалога монофонического фильма должен находиться в пределах 25 дБ. Этот диапазон можно получить, применяя при перезаписи компрессор в канале речи [2].

Тщательный критический анализ качества звучания выпущенных за последние годы кинофильмов позволяет сказать, что если будут осуществлены даже эти некоторые предложения (что зависит, главным образом, от творческой части съемочной группы), то качество звука в кинофильмах резко улучшится. Это объясняется тем, что, в отличие от прошлых лет, подавляющее большинство недостатков записи — воспроизведения звука заложено не столько в техническом качестве звукового оборудования, сколько в творческом процессе.

#### б) Техника и технология звукозаписи

В настоящее время звукозапись кинофильмов на разных киностудиях страны осуществляется по-разному, так как существует разнообразная аппаратура и различные размеры звуконосителей (35, 17,5 и 6,25 мм). В ближайшее время надо провести сравнительный технико-экономический анализ существующих и возможных техно-

логических процессов и на основе этого анализа разработать и внедрить на отечественных киностудиях наиболее выгодную унифицированную технологию звукозаписи монофонических и стереофонических фильмов.

В связи с этим следует также пересмотреть и стандартизировать электроакустические характеристики каналов записи — воспроизведения кинофильмов «от воздуха до воздуха» с учетом потерь во всех промежуточных звеньях и необходимых компенсаций (павильоны для синхронных съемок, ателье озвучивания, перезаписи, просмотровые и контрольные залы, тиражирование, воспроизведение в кинотеатрах, параметры аппаратуры записи — воспроизведения, включая микрофоны и громкоговорители).

На основе стандартизованных характеристик конструкторские бюро должны провести работы по разработке в течение ближайших двух-трех лет новой звукотехнической аппаратуры, по надежности, стабильности в работе, габаритам и весу не уступающей лучшим зарубежным образцам.

Эти работы должны вестись непрерывно, причем необходимо систематически и тщательно исследовать новейшие образцы.

В настоящее время каждая студия кустарным способом изготавливает передвижные аппаратные звукозаписи (тонвагены). Целесообразно разработать типовой тонваген для всех отечественных киностудий и наладить серийный выпуск их для звукозаписи обычных (на базе малогабаритной аппаратуры) и стереофонических кинофильмов.

В разработке новой аппаратуры обязательно должен принимать непосредственное участие производственный персонал киностудий (инженеры и звукооператоры), что даст возможность в дальнейшем избавиться от многочисленных переделок.

Должны быть улучшены физико-механические параметры звуконосителей. Так, например, применение лавсановой основы для магнитных лент позволило бы в ряде случаев не изготавливать рабочие копии фонограмм и использовать первичные фонограммы для всей работы по фильму (включая рабочие просмотры и перезапись).

Надо разработать и внедрить обоснованные технические условия, определяющие минимальный уровень записи речи, допустимую величину перемодуляции, мини-

мальный уровень воспроизведения звука в кинотеатре, суммарный коэффициент гармоник и другие параметры, обеспечивающие разборчивость речи и качество фонограммы фильма.

Представляется целесообразным, например, чтобы минимальный уровень воспроизведения звука в кинотеатре был на 6 дБ выше уровня шума зала, а неизбежный в фильме уровень шума был хотя бы на 6 дБ ниже уровня шума зала, чтобы он существенно не изменял уровень шума в кинотеатре [2].

Уменьшение уровня акустических помех от съемочных камер, операторских механизмов и осветительных приборов, улучшение характеристик контрольных громкоговорителей и нормализация индикаторов уровня также будут содействовать некоторому повышению качества записи и звучания фонограмм.

Следует отметить, что осуществление большинства этих мероприятий уже предусмотрено в планах научно-исследовательских работ соответствующих организаций.

#### в) Способ устранения «доннер-эффекта»

Чтобы избавиться от отмеченных ранее искажений «доннер-эффекта» до обеспечения всех киностудий и кинокопировальных фабрик приборами для объективного контроля искажений, можно применить простой и удобный субъективный способ оперативного определения компенсационных плотностей негатива фонограммы черно-белых и цветных фильмов, разработанный и применяемый киностудией «Мосфильм». Этот способ обеспечивает, как показала практика, почти полное совпадение с более сложными объективными способами (способ «белого шума» и др.).

Компенсационные плотности в этом случае определяются методом субъективной оценки качества звучания фраз с большим количеством свистящих и шипящих звуков, например: «У парашютиста свистит ветер в ушах. Шерсть чересчур синяя».

Такие фразы предварительно записываются на магнитную ленту (35 или 17,5 и 6,25) при 60—70% модуляции, десять раз подряд с перерывами по 0,5 м, на которые записывается частота 50 гц со 150%-ной модуляцией. Длина всего тест-ролика 70 м, причем он может использоваться много-кратно.

Далее производится перезапись с этого магнитного тест-ролика на фотографическую пленку ЗТ-7 при десяти значениях тока экспонирующей лампы аппарата оптической записи, например от 5,7 а до 6,7 а (через 0,1 а) (таким образом, каждая из десяти повторенных фраз оказывается записанной с разной плотностью). С полученного после обработки негатива фонограммы печатается позитив фонограммы на цветной или черно-белой пленке (применяемой для печати совмещенной копии) с плотностями:

$$D_{\text{поз. цветного}} = 1,8 \pm 0,2;$$

$$D_{\text{поз. черно-белого}} = 1,4 \pm 0,2.$$

Обработанный позитив фотографической фонограммы прослушивают в эталонном просмотровом зале и по субъективной оценке выбирают на слух ту плотность негатива, при которой обеспечивается отсутствие специфических искажений заплыивания фонограммы. Выбранную плотность негатива и применяют далее при изготовлении фотографического оригинала перезаписи путем электрокопирования с магнитного оригинала перезаписи фильма. Эти испытания следует повторять каждый раз при поступлении новых осей и эмульсий негативной и позитивной кинопленок, а также перед печатью контрольной копии. Компенсационные плотности для кинопленки ЗТ-7 последних выпусков примерно следующие:

$D_{\text{компенс. для черно-белой фильмокопии}} = 2,1-2,2$ ;

$D_{\text{компенс. для цветной фильмокопии для пленки ЦП-7}} = 2,5-2,8$ ;

$D_{\text{компенс. для цветной фильмокопии для пленки ЦП-8}} = 2,2-2,3$ .

Допустимое отклонение от заданной компенсационной плотности — не более  $\pm 0,2$ .

### 3. Стереофония в широкоэкраных фильмах

До сих пор нет четких и обоснованных критериев для определения целесообразности и необходимости использования стереофонии в широкоэкраных фильмах. Задания на производство широкоэкраных фильмов со стереозвуком даются в большинстве случаев без учета специфических особенностей сценариев; при этом руководствуются лишь тем, что большинство отечественных широкоэкраных кинотеатров, в отличие от зарубежных, оборудовано для воспроизведения стереофонограмм.

Однако, учитывая необходимость дальнейшего общего повышения качества звучания (которое может быть достигнуто при правильном применении стереофонии), а также наличие большого количества широкоэкраных кинотеатров, оборудованных стереофонической аппаратурой, было бы целесообразно все цветные широкоэкраные художественные фильмы запускать в производство со стереофонией. Это позволит повысить качество звучания цветных широкоэкраных фильмов не только за счет стереофонии, но также из-за наличия магнитной фонограммы на совмещенной копии, поскольку качество звучания фотофонограммы в цветном фильме, как известно, все еще ниже, чем в черно-белом, несмотря на разделную обработку изображения — фонограммы.

Черно-белые широкоэкраные художественные фильмы следует запускать в производство с фотографической фонограммой; исключением будут музыкальные фильмы, которые также целесообразно делать стереофоническими.

При этом следует особо тщательно разрабатывать звуковые экспликации сценариев широкоэкраных фильмов, запускаемых в производство со стереофоническим звуком, чтобы полнее использовать творческие возможности стереофонии.

#### 4. Направление дальнейших работ по повышению качества звука в кинофильмах

В дальнейшем представляется целесообразным вести работу по переводу также и обычных одноканальных 35-мм фильмов на магнитную фонограмму [3]. Это позволит улучшить качество звучания черно-белых и особенно цветных фильмов. Известно, что уровень шума фильмокопий с фотографической фонограммой сильно возрастает с увеличением числа перемоток. При магнитной фонограмме уровень шума практически не зависит от количества прогонов через кинопроектор и даже уменьшается (за счет улучшения прилегания воспроизводящих магнитных головок), если детали механизма кинопроектора своевременно размагничиваются, а фильмокопия содержитя в рекомендованных условиях.

Более того, весьма целесообразно было бы установить единый вид 35-мм позитив-

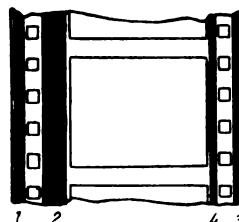


Рис. 1

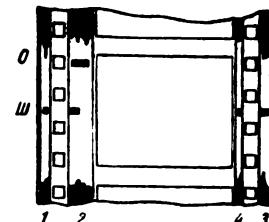


Рис. 2

ной фильмокопии с уменьшенными («синемаскопическими») перфорациями [4] как для обычных, так и для широкоэкраных черно-белых и цветных фильмов с магнитными дорожками, расположенными согласно рис. 1 [5].

Тогда при одноканальных 35-мм фильмокопиях будет использоваться широкая магнитная дорожка (№ 2 — около 2 мм), а для широкоэкраных, как обычно, четыре магнитные дорожки (№№ 1, 2, 3, 4). При этом не только широкоэкраные, но и обычные кинофильмы (например, музыкальные) смогут быть с двух-, трех- или четырехканальной фонограммой.

На рис. 2 приведено примерное расположение воспроизводящих магнитных головок для случая одноканального (О) воспроизведения и четырехканального стереофонического (Ш).

#### 5. Подготовка кадров

Почти сорок лет существует и совершенствуется звук в кино, а творческие кадры кинематографии подготавливаются так же, как в эпоху «великого немого».

Молодые режиссеры и операторы впервые встречаются со звукооператорами на съемочной площадке, где с трудом пытаются найти общий язык, а со сценаристом звукооператоры не встречаются совсем.

Необходимо, наконец, организовать во ВГИКе факультет звукозаписи кинофильмов и кафедру звукооператорского мастерства для подготовки высококвалифицированных кадров звукооператоров, обучения будущих сценаристов, режиссеров, кинооператоров и актеров хотя бы элементарным основам записи — воспроизведения звука, а также повышения культуры звукового оформления фильмов, особенно фильмов новых видов кинематографа со стереофонией.

При подготовке и переподготовке творческих кадров кинематографии (сценаристов, режиссеров, актеров, операторов) особое внимание должно быть обращено на овладение культурой звукового решения фильма, а также на улучшение культуры речи, артикуляции и орфоэпии у будущих киноактеров.

Необходимо провести краткосрочный семинар работников звукотехнических цехов и семинар звукооператоров киностудий по специально разработанной программе и в дальнейшем такие семинары проводить регулярно.

Очень важно обеспечить систематический обмен опытом непосредственно занятых в технологическом процессе звукозаписи ки-

нофильмов специалистов (как отечественных, так и зарубежных), что будет содействовать повышению творческой культуры и технической квалификации звукооператоров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «О разборчивости речи в кинотеатрах», British Kinematography, 1962, № 10.
2. «Качество воспроизведения звука в кинотеатрах», British Kinematography, 1961, № 5.
3. Высоцкий М. З., Магнитная звукозапись кинофильмов, «Искусство», 1960.
4. Высоцкий М. З., Техника кино и телевидения, 1961, № 1.
5. Fielding G. E., Monaural Magnetic Release Prints, British Kinematography, 1963, № 10.

Киностудия «Мосфильм»

А. В. МИХНЕВИЧ

## ПРИБЛИЖЕННЫЕ ФОРМУЛЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА И КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАЩИТЫ В БЛОК-СТАБИЛИЗАТОРАХ СКОРОСТИ

778.533.1

Дан вывод приближенных формул механического импеданса и коэффициентов защиты в блок-стабилизаторе с подпружиненными рычагами. Выводятся формулы получающиеся при этом ошибок, и анализируется точность приближенных формул в области применения.

Для стабилизации мгновенной скорости ленты широкое распространение получил блок-стабилизатор скорости с подпружиненными рычагами, предложенный А. М. Мелик-Степаняном. Расчет блок-стабилизатора проводится по разработанной им методике [1, 2]. Однако выведенные А. М. Мелик-Степаняном точные формулы для механического импеданса и коэффициентов защиты достаточно громоздки, поэтому на практике удобнее пользоваться приближенными, позволяющими лучше выявить основные закономерности. Для ряда конкретных случаев приближенные формулы уже приводились в [3, 4]. Однако необходимо систематизировать материал, вывести приближенные

формулы для всех практически важных случаев и проанализировать точность приближенных формул во всей области применения.

Определение механического импеданса и коэффициентов защиты необходимо как для общей характеристики блок-стабилизатора (при этом, очевидно, не нужна высокая точность), так и для последующего расчета коэффициента колебания скорости ленты. Расчет коэффициента колебания скорости ленты в настоящее время является весьма приближенным, так как, во-первых, многие величины, входящие в расчетные формулы, определяются приближенно, а во-вторых, для простоты при расчете де-

ляется ряд грубых допущений. Так, измерение биения гладких и зубчатых барабанов проводится с точностью 10—40%; переменная составляющая момента трения в подшипниках маховиков грубо оценивается по постоянной составляющей, и здесь ошибка может достигать 60% и более; кроме того, эта переменная составляющая принимается периодической и синусоидальной, что не всегда так [5]; коэффициент линейного активного сопротивления в большой степени зависит от температуры и его трудно точно рассчитать и замерить. Поэтому если механический импеданс и коэффициенты защиты будут определены с точностью 10—20%, то это не отразится существенно на общей точности результата.

Для расчета механического импеданса и коэффициентов защиты А. М. Мелик-Степанян приводит формулы [1].

$$n = \frac{M + 2m}{m}; \quad (1)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M + 2m}}; \quad (2)$$

$$\delta = \frac{R}{2(M + 2m)}; \quad (3)$$

$$R_{kp} = 2\sqrt{(M + 2m) \cdot k}; \quad (4)$$

$$\eta_1 = n \sqrt{\left(\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a1}^2} - 1\right)^2 + \frac{4\delta^2}{\Omega_{a1}^2}}; \quad (5)$$

$$\eta_2 = n \sqrt{\frac{\left(\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} - 1\right)^2 + \frac{4\delta^2}{\Omega_{a2}^2}}{\frac{4\delta^2}{\Omega_{a2}^2} n^2 + 1}}; \quad (6)$$

$$Z_m = \frac{k}{\Omega_n} \sqrt{\left(\frac{\Omega_n^2}{\omega_0^2} - 1\right)^2 + \frac{4\delta^2 \Omega_n^2}{\omega_0^4}}. \quad (7)$$

Здесь все обозначения сохранены как в [1];  $M$  — приведенная к ленте масса маховиков;  $m$  — приведенная к ленте масса качающегося рычага с роликом;  $\omega_0$  — круговая частота собственных колебаний блок-стабилизатора;  $k$  — жесткость квазиупругого звена, приведенная к ленте;  $\delta$  — коэффициент затухания;  $R$  — коэффициент линейного активного сопротивления в демпфере, приведенный к ленте;  $R_{kp}$  — коэффициент линейного активного сопротивления, соответствующий режиму кри-

тического (апериодического) затухания собственных колебаний блок-стабилизатора;  $\Omega_{a1}$  — круговая частота возмущений скорости ленты со стороны рычага без демпфера;  $\Omega_{a2}$  — круговая частота возмущений скорости ленты со стороны рычага с демпфером;  $\Omega_n$  — круговая частота возмущений момента трения в подшипниках маховиков;  $\eta_1$  — коэффициент защиты со стороны рычага без демпфера;  $\eta_2$  — коэффициент защиты со стороны рычага с демпфером;  $Z_m$  — механический импеданс.

В реальных аппаратах  $M$  больше  $m$  в  $500 \div 3000$  раз [1, 4]. Следовательно, в сумме  $(M + 2m)$ , входящей в формулы (1, 2, 3, 4), вторым слагаемым смело можно пренебречь, допуская при этом ошибку не более 0,5%. Тогда эти формулы примут вид:

$$n \approx \frac{M}{m}; \quad (8)$$

$$\omega_0 \approx \sqrt{\frac{k}{M}}; \quad (9)$$

$$\delta \approx \frac{R}{2M}; \quad (10)$$

$$R_{kp} \approx 2\sqrt{M \cdot k}. \quad (11)$$

На практике для получения хороших защитных свойств блок-стабилизатора стремятся получить частоту собственных колебаний системы по крайней мере в несколько раз меньше минимальных возмущающих частот. Поэтому можно принять

$$\omega_0 \ll \Omega_{a1}, \quad \omega_0 \ll \Omega_{a2}, \quad \omega_0 \ll \Omega_n.$$

$\eta_1, \eta_2, Z_m$  — зависят от  $R$ , который в существующих аппаратах может располагаться в диапазоне  $R_{kp} \geq R \geq 0$ .

### Приближенные формулы $\eta_1, \eta_2, Z_m$ при $R = R_{kp}$

В условиях критического затухания, как видно из формул (2, 3, 4),  $\delta = \omega_0$ . При этом из формулы (5) находим:

$$\eta_1 = n \left( \frac{\omega_0^2}{\Omega_{a1}^2} + 1 \right). \quad (12)$$

И, пренебрегая величиной  $\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a1}^2}$ , получим

$$\eta_1 \approx n. \quad (13)$$

Из формулы (6) получим

$$\eta_2 = n \frac{\left( \frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} + 1 \right)}{\sqrt{\frac{4\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} n^2 + 1}}. \quad (14)$$

Пренебрегая в числителе величиной  $\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2}$ ,

а в знаменателе единицей (так как  $n$  весьма большое число), получим

$$\eta_2 \approx \frac{\Omega_{a2}}{2\omega_0}. \quad (15)$$

Для механического импеданса из формулы (7) будем иметь

$$Z_M = \frac{k}{\Omega_n} \left( \frac{\Omega_n^2}{\omega_0^2} + 1 \right) \quad (16)$$

и, пренебрегая единицей,

$$Z_M \approx \frac{k \cdot \Omega_n}{\omega_0^2} \approx \Omega_n \cdot M. \quad (17)$$

Определим относительные ошибки, которые получаются при переходе от точных формул (12, 14, 16) к приближенным (13, 15, 17). Введем дополнительные обозначения:

$$\frac{\Omega_{a1}}{\omega_0} = \varphi_1; \quad \frac{\Omega_{a2}}{\omega_0} = \varphi_2; \quad \frac{\Omega_n}{\omega_0} = \varphi_3.$$

Тогда

$$\xi'_1 = \frac{\eta_{1\text{прибл}} - \eta_1}{\eta_1} = \frac{\varphi_1^2}{\varphi_1^2 + 1} - 1; \quad (18)$$

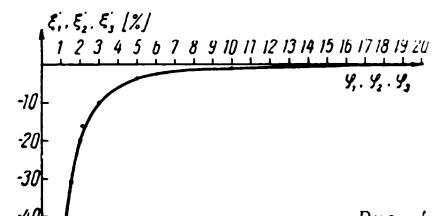
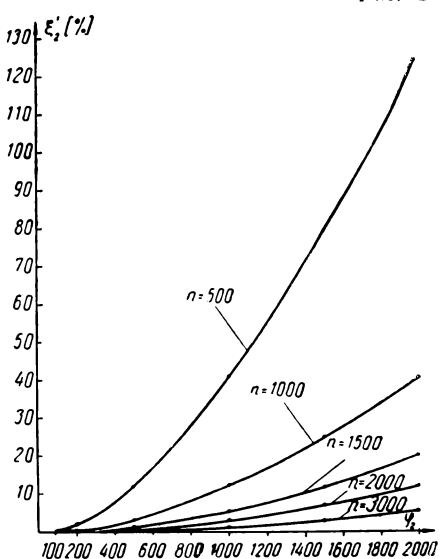


Рис. 1  
Рис. 2



$$\xi'_2 = \frac{\eta_{2\text{прибл}} - \eta_2}{\eta_2} = \frac{\varphi_2^2 \sqrt{4n^2 + \varphi_2^2}}{2n(\varphi_2^2 + 1)} - 1; \quad (19)$$

$$\xi'_3 = \frac{Z_{M\text{ прибл}} - Z_M}{Z_M} = \frac{\varphi_3^2}{\varphi_3^2 + 1} - 1. \quad (20)$$

Таблица 1

		1	1,5	2	3	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
$\xi'_1; \xi'_3 (\%)$		-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\xi'_2 (\%)$	$n = 3000$	-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	-0,04	0,00	+0,06	+0,35	+1,3	+5,3
	$n = 2000$	-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	-0,04	+0,02	+0,12	+0,8	+3	+12
	$n = 1500$	-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	-0,03	+0,04	+0,22	+1,4	+5,4	+20,2
	$n = 1000$	-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	-0,01	+0,12	+0,5	+3,1	+12	+41
	$n = 500$	-50	-30,7	-20	-10	-3,8	-1	-0,25	+0,02	+0,5	+2	+12	+41	+124

Из этих соотношений видно, что относительные ошибки при приближенном определении  $\eta_1$  и  $Z_M$  одинаковым образом зависят от  $\varphi$ . Формула ошибки  $\xi_2'$  в области малых  $\varphi$  также преобразуется к виду (18, 20), так как  $\varphi_2^2 \ll 4n^2$ . Следовательно, в области малых  $\varphi$  все три ошибки имеют одну и ту же зависимость от  $\varphi$ . В области больших  $\varphi$   $\xi_1'$  и  $\xi_3'$  стремятся к нулю, а  $\xi_2'$  увеличивается, причем тем менее резко, чем больше  $n$ . Значения  $\xi_1'$ ,  $\xi_2'$ ,  $\xi_3'$  при изменении  $\varphi$  от 1 до 2000 приведены в табл. 1 и на рис. 1 и 2. Знак минус указывает на то, что приближенное значение меньше точного, знак плюс — на то, что больше.

### Приближенные формулы $\eta_1$ , $\eta_2$ , $Z_M$ при $R=0$

В этом случае формулы (5) и (6) приобретают вид [1]:

$$\eta_1 = n \left| \frac{\omega_0^2}{\Omega_{a1}^2} - 1 \right|; \quad (21)$$

$$\eta_2 = n \left| \frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} - 1 \right|. \quad (22)$$

И приближенно

$$\eta_1 \approx n; \quad (23)$$

$$\eta_2 \approx n. \quad (24)$$

(Такая же формула была получена А. М. Мелик-Степаняном при  $R=0$  [3].)

Выражение механического импеданса (7) преобразуется к виду

$$Z_M = \frac{k}{\Omega_n} \left( \frac{\Omega_n^2}{\omega_0^2} - 1 \right). \quad (25)$$

Откуда, пренебрегая единицей,

$$Z_M \approx \frac{k\Omega_n}{\omega_0^2} \approx \Omega_n \cdot M. \quad (26)$$

(Аналогичная формула выведена А. М. Мелик-Степаняном для тормозного блок-стабилизатора с асимметричным жестким рычагом при  $R=0$  [3].)

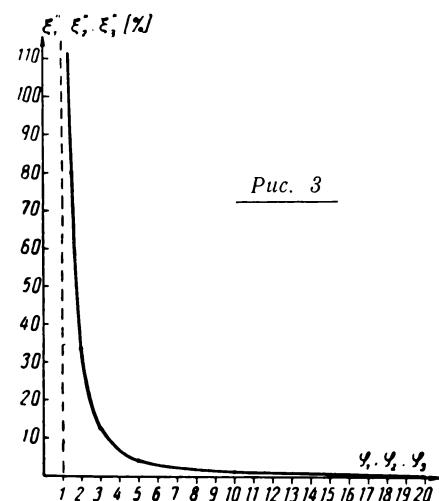


Рис. 3

При переходе от точных формул (21, 22, 25) к приближенным (23, 24, 26) получим относительные ошибки;

$$\xi_1'' = \frac{\eta_1 \text{ прибл.} - \eta_1}{\eta_1} = \frac{\varphi_1^2}{|1 - \varphi_1^2|} - 1; \quad (27)$$

$$\xi_2'' = \frac{\eta_2 \text{ прибл.} - \eta_2}{\eta_2} = \frac{\varphi_2^2}{|1 - \varphi_2^2|} - 1; \quad (28)$$

$$\xi_3'' = \frac{Z_M \text{ прибл.} - Z_M}{Z_M} = \frac{\varphi_3^2}{\varphi_3^2 - 1} - 1. \quad (29)$$

Таким образом,  $\xi_1''$ ,  $\xi_2''$ ,  $\xi_3''$  одинаково зависят от  $\varphi$  (растут в области малых  $\varphi$  и стремятся к нулю в области больших  $\varphi$ ). Эта зависимость представлена в табл. 2 и на рис. 3.

### Приближенные формулы $\eta_1$ , $\eta_2$ , $Z_M$ для всей области $R_{kp} \geq R \geq 0$

Известно [1], что все семейство кривых  $\eta_1 = F(\Omega_{a1})$  при  $R_{kp} \geq R \geq 0$  располагается в области между кривыми  $\eta_1$  при  $R = R_{kp}$  и  $\eta_1$  при  $R = 0$ . В этой же области располагается прямая  $\eta_1 = n$ . Следовательно, если для крайних значений  $\eta_1$  при  $R = R_{kp}$

Таблица 2

$\varphi_1$ , $\varphi_2$ , $\varphi_3$	1	1,5	2	3	5	10	20	50	100	200	500
$\xi_1''$ , $\xi_2''$ , $\xi_3''$ (%)	$+\infty$	+80	+33,3	+12,4	+4	+1	+0,25	+0,04	+0,00	+0,00	+0,00

и  $R = 0$  мы приняли  $\eta_1 = n$ , то и во всей области  $R_{kp} \geq R \geq 0$  можно принять

$$\eta_1 \approx n. \quad (30)$$

При этом ошибка будет находиться в области  $\xi'_1 \leq \xi_1 \leq \xi''_1$ .

Рассуждая аналогичным образом, получим для механического импеданса во всей области  $R_{kp} \geq R \geq 0$

$$Z_M \approx \Omega_n \cdot M. \quad (31)$$

(Эта формула без вывода приведена в [4].) При этом ошибка будет находиться в области  $\xi'_3 \leq \xi_3 \leq \xi''_3$ .

Сложнее обстоит дело с выводом приближенной формулы для  $\eta_2$ . Из рассмотрения формул (14) и (15), а также (22) и (24) вместе с соответствующими графиками [1] видно, что невозможно найти удовлетворительную приближенную формулу для всей области  $R_{kp} \geq R \geq 0$ . Поэтому придется удовольствоваться частными решениями. Самыми важными с практической точки зрения случаями являются случаи, когда  $R = R_{kp}$ ,  $R = 0$  и когда  $R$  в несколько раз меньше  $R_{kp}$ . В самом деле, на практике либо совсем не вводят демпфирования, либо вводят критическое демпфирование, а затем, если необходимо, уменьшают  $R$  в несколько раз с целью повышения  $\eta_2$ . Введение же в систему очень малого демпфирования не имеет практического смысла, так как при этом время затухания чрезвычайно велико и система почти не отличается от незадемпфированной.

Случай  $R = R_{kp}$  и  $R = 0$  мы уже разобрали. Рассмотрим теперь случай, когда  $R$  в несколько раз меньше  $R_{kp}$ . Обратимся снова к формуле (6)

$$\eta_2 = n \frac{\sqrt{\left(\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} - 1\right)^2 + \frac{4\delta^2}{\Omega_{a2}^2}}}{\sqrt{\frac{4\delta^2}{\Omega_{a2}^2} n^2 + 1}}.$$

Введем обозначение

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{\omega_0^2}{\Omega_{a2}^2} - 1\right)^2 + \frac{4\delta^2}{\Omega_{a2}^2}}.$$

Мы уже видели, что это выражение отличается от единицы во всей области  $R_{kp} \geq R \geq 0$  с ошибкой  $\xi'_1 \leq \xi_1 \leq \xi''_1$ . По-

этому при выводе приближенного выражения для  $\eta_2$  можно принять  $\gamma \approx 1$ . Пренебрегая также в знаменателе формулы (6) единицей (так как  $n$  весьма большое число), получим

$$\eta_2 \approx \frac{\Omega_{a2}}{2\delta}. \quad (32)$$

Для определения относительной ошибки обозначим

$$\frac{R}{R_{kp}} = \theta.$$

И из формул (2, 3, 4) получим

$$\delta = \theta \cdot \omega_0.$$

Тогда

$$\xi_2 = \frac{\eta_2 \text{ прибл} - \eta_2}{\eta_2} = \frac{\sqrt{4\theta^2 n^2 + \varphi_2^2}}{20n\gamma} - 1. \quad (33)$$

В области малых  $\varphi$  получим

$$\xi_2 \approx \frac{1}{\gamma} - 1. \quad (34)$$

Таким образом, ошибка  $\xi_2$  будет определяться ошибкой  $\xi_1$ . Из (34) видно, что в области малых  $\varphi$  ошибка  $\xi_2$  по абсолютной величине не превысит существенно абсолютные величины  $\xi'_1$  и  $\xi''_1$ . В области больших  $\varphi$   $\gamma$  стремится к единице, и формула (33) приобретает вид:

$$\xi_2 \approx \frac{\sqrt{4\theta^2 n^2 + \varphi_2^2}}{20n} - 1. \quad (35)$$

Следовательно, в области больших  $\varphi$  ошибка  $\xi_2$  растет, причем тем более резко, чем меньше произведение  $\theta \cdot n$ . Для примера в табл. 3 представлены значения  $\xi_2$ , рассчитанные по формуле (35) при  $n = 1000$ . Опыт показывает, что в грамотно сконструированных аппаратах  $n$  обычно превышает 1000 [1, 4] и, следовательно, в реальных аппаратах ошибка будет меньше, чем в табл. 3 (при равных  $\theta$ ). Из опыта также известно [1], что уменьшение  $R$  в 6–10 раз по сравнению с  $R_{kp}$  уже обеспечивает достаточно высокий коэффициент защиты  $\eta_2$ . Этими соображениями и руководствовались при выборе значений  $\theta$  в табл. 3.

Выше мы уже определили границы изменения  $n$  и  $\theta$  в реальных аппаратах. Найдем теперь пределы изменения  $\varphi$  в существующих конструкциях. Обычно в силу симметричности лентопротяжного тракта  $\Omega_{a1} = \Omega_{a2}$  и  $\varphi_1 = \varphi_2$ . Опыт показывает [1, 4], что на минимальной возможной частоте при  $R = R_{kp}$   $\eta_2 \approx 3,2 \div 23$ .

Таблица 3

$\varphi_2$		5	10	20	50	100	200	500	1000
$\xi_2$ (%) по формуле (35) при $n = 1000$	$\theta = 0,5$	0,0	0,0	0,0	0,12	0,5	2	12	41
	$\theta = 0,1$	0,0	0,12	0,5	3	12	41	более 41	
	$\theta = 0,05$	0,12	0,5	2	12	41	более 41		
	$\theta = 0,01$	3	12	41		более 41			

И, следовательно, по формуле (15)

$$\varphi_{1\min} = \varphi_{2\min} \approx 6 \div 50.$$

Такова примерная нижняя граница для  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  в реальных аппаратах. Приближенно можно считать, что нижняя граница  $\varphi_3$  также находится в этих пределах, ибо скорость вращения гладкого барабана очень редко отличается от скорости вращения ведущего барабана (зубчатого) более чем в два раза.

По методике, предложенной А. М. Мелик-Степаняном, коэффициенты защиты и механический импеданс определяются только для минимальных возмущающих частот, как наиболее опасных. Однако в ряде случаев бывает необходимо определить коэффициенты защиты и механический импеданс и в области высоких частот и соответственно больших  $\varphi$ . Наиболее опасной частотой в этой зоне является 100 гц (двигатель). Если учесть, что редко встречаются механизмы, в которых собственная частота колебаний блок-стабилизатора была бы ниже 0,1 гц, то примерная верхняя граница для  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  будет:

$$\varphi_{1\max} = \varphi_{2\max} \approx 1000.$$

Из табл. 3 видно, что формулой (32) можно смело пользоваться для определения  $\eta_2$  только на минимальной возмущающей частоте при  $1 \geq \theta \geq 0,05$ .

### Выводы

1. Коэффициент защиты со стороны рычага без демпфера при  $R_{kp} \geq R \geq 0$  можно определять по приближенной формуле

$$\eta_1 \approx n.$$

При этом максимальная ошибка в области

$3 \leq \varphi_1 \leq \infty$  не превысит 12,5% по абсолютной величине.

2. Механический импеданс при  $R_{kp} \geq R \geq 0$  можно определять по приближенной формуле

$$Z_M \approx \Omega_n \cdot M.$$

При этом максимальная ошибка в области  $3 \leq \varphi_3 \leq \infty$  не превысит 12,5% по абсолютной величине.

3. Коэффициент защиты со стороны рычага с демпфером можно определять по следующим приближенным формулам:

$$a) \text{ при } R = R_{kp} \quad \eta_2 \approx \frac{\Omega_{a2}}{2\omega_0}.$$

При этом максимальная ошибка в области  $3 \leq \varphi_2 \leq 1000$ , при  $n \geq 1000$  не превысит 12,5% по абсолютной величине.

$$b) \text{ при } R = 0 \quad \eta_2 \approx n.$$

При этом максимальная ошибка в области  $3 \leq \varphi_2 \leq \infty$  не превысит +12,5%.

в) при  $R_{kp} \geq R \geq 0,05R_{kp}$  для минимальных возмущающих частот

$$\eta_2 \approx \frac{\Omega_{a2}}{2\delta}.$$

При этом максимальная ошибка в области  $3 \leq \varphi_2 \leq 50$ , при  $n \geq 1000$  не превысит 12,5% по абсолютной величине.

4. Приведенные выше приближенные формулы охватывают все практические важные случаи расчета блок-стабилизаторов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелик-Степанян А. М., Проворнов С. М., Детали и механизмы киноаппаратуры, «Искусство», М., 1959.

2. Мелик-Степанян А. М., Упрощение некоторых расчетных формул стабилизаторов скорости движения киноленты, Информационно-технический бюллетень ЦКБ Министерства культуры СССР, № 1 (28), Л., 1961.

3. Мелик-Степанян А. М., Асимметричный тормозной блок-стабилизатор скорости движения киноленты, Информационно-технический бюллетень ЦКБ Министерства культуры СССР, № 3 (26), Л., 1960.

4. Соломоник А. В., Техника кино и телевидения, 1963, № 3.

5. Пуссэт Л. А., Стабилизаторы скорости фонограммы, Госкиноиздат, 1949.

# МЕТОД СРАВНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДВУХКАНАЛЬНЫХ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

681.87

Рассмотрено распределение звуковой энергии во вторичном поле различных двухканальных стереофонических систем и предложен метод определения искажений локализации каждого источника звука. Рассмотрены системы с разнесенными и совмещенными микрофонами, а также с фантомными цепями и без них.

## Введение

Субъективное ощущение пространства и естественности, создаваемое при стереофоническом воспроизведении, обязано прежде всего возможности локализации каждого источника звука при его воспроизведении. Локализация каждого каждого источника при передаче данного звукового события и есть главное преимущество стереофонии.

В зависимости от вида стереофонической системы и способа ее использования локализация каждого источника звука будет более или менее увереной и точной.

Известны различные стереофонические системы. Вопрос о том, которая из систем и при каких условиях способна обеспечить самую надежную и правильную локализацию каждого источника звука, все еще остается недостаточно выясненным: еще нельзя уверенно сказать, которую из систем нужно выбирать — с разнесенными или совмещенными микрофонами, целесообразно ли использование фантомных цепей для микрофонов, необходима ли установка третьего (фантомного) громкоговорителя и т. д.

Целью настоящей работы является установление метода для сравнения различных стереофонических систем с точки зрения точности локализации каждого источника звука, что может облегчить оценку качества рассматриваемых систем и определить оптимальные условия для каждой из них.

## Постановка задачи

Сперва рассмотрим систему с разнесенными микрофонами (систему  $AB$ ) с фантомным каналом или без него. На рис. 1, а

показано положение действительного источника звука  $A$  и микрофонов  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$ , а на рис. 1, б — положение слушателя  $C$  и громкоговорителей  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$ . Каждый источник звука обозначен через  $A'$ . Микрофон или громкоговоритель с индексом «3» находится в середине; индекс «1» указывает на левый канал, а индекс «2» — на правый. Через  $l$  обозначена половина расстояния между боковыми микрофонами и через  $l'$  — соответственно для громкоговорителей. Для удобства введены относительные единицы  $x/l$ ,  $y/l$ ,  $x'/l'$  и  $y'/l'$ .

Используя приведенную на рис. 1 схему, покажем, как каждая из рассмотренных ниже стереофонических систем передает локализацию каждого источника звука во вторичном поле.

В настоящей работе для расчета локализации каждого источника звука будем исходить из разности уровней звуковых энергий, возбуждаемых отдельными громкоговорителями, абстрагируясь от механизма слухового аппарата и в том числе связанного с этим воздействием звуковых сигналов порознь на каждое ухо слушателя. Пренебрегаем также разностью времени прихода звукового сигнала от дей-

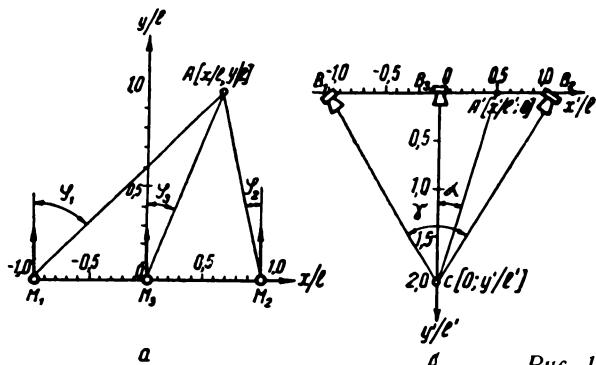


Рис. 1

ствительного источника звука до отдельных микрофонов. Не будем принимать во внимание и затенение, которое появляется от головы слушателя, особенно для более высоких частот (дифракционные явления), а также акустические условия в помещениях для записи и воспроизведения. Учет всех этих факторов сделал бы математический анализ либо очень сложным, либо даже вовсе невозможным. Поэтому постановка задачи умышленно упрощена с целью достигнуть хотя бы приближенного, но простого метода сравнения различных стереофонических систем.

### Основные зависимости

Известно, что когда два громкоговорителя поставлены под углом перед нами и воспроизводят один и тот же звуковой сигнал, то создается впечатление, будто звук исходит от одного источника. Положение этого кажущегося источника звука зависит от разности уровней энергий, возбуждаемых громкоговорителями.

Определению зависимости относительного положения кажущегося источника звука от разности уровней энергий обоих громкоговорителей посвящен ряд исследований [1—5]. Экспериментальные [2—5] и теоретические [4—5] исследования показывают достаточно хорошее взаимное соответствие, которое позволяет нам использовать эти результаты для наших дальнейших работ.

На рис. 2 изображены кривые, иллюстрирующие экспериментальные и теоретические работы де Боера [2], Джордана [3], Маньковского [4] и Ликея [5] и выражющие зависимость относительного положе-

ния  $x'/l'$  кажущегося источника звука от разности  $\Delta N$  уровней энергий обоих громкоговорителей. Кривые показывают достаточно близость друг к другу и лежат в пределах нормально встречаемых различий в слуховом аппарате разных людей. Показанная на рис. 2 зависимость относится к слушателю  $C$ , находящемуся на оси симметрии на расстоянии  $y'/l' = 2$ , которое соответствует углу  $\gamma \approx 52^\circ$ .

Для ясности на рис. 2 приведены округленные значения угла  $\alpha$  (углы  $\alpha$  и  $\gamma$  изображены и на рис. 1).

Кривые на рис. 2 показывают, что каждой разности уровней энергий громкоговорителей соответствует определенное положение кажущегося источника звука. Следовательно, чтобы система точно передавала положение каждого кажущегося источника звука по всей базе, необходимо получать такую разность уровней энергий обоих громкоговорителей — в зависимости от действительного положения источника звука в первичном поле — какая показана на рис. 2. Таким образом для каждой системы нужно найти зависимости  $\Delta N = f(x/l, y/l)$  и сравнить их с кривыми на рис. 2.

Кривые на рис. 2 относятся к системе с двумя громкоговорителями. Чтобы использовать их и для системы с тремя громкоговорителями, необходимо привести последние к системам с двумя громкоговорителями. Как покажем ниже, это возможно, когда средний громкоговоритель питается от боковых каналов в определенной пропорции.

Для двухканальной системы с третьим фантомным громкоговорителем можем принять, что средний громкоговоритель состоит из двух, один из которых питается левым каналом, а другой — правым.

Таким образом образуются две группы, имеющие по два громкоговорителя. Каждая из групп, воспроизводящая одинаковый сигнал, может быть заменена фиктивным громкоговорителем, находящимся на месте, определенном разностью уровней энергий обоих громкоговорителей. Таким способом трехканальная система с тремя громкоговорителями приводится к двум системам по два громкоговорителя, причем меняется как база, так и функция  $\Delta N = f(x/l, y/l)$ , показывающая изменение разности уровней звуковых энергий.

В случае только что рассмотренной системы с тремя громкоговорителями слуша-

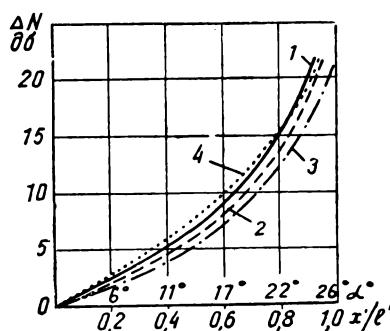


Рис. 2.

1 — де Боер; 2 — Джордан; 3 — Маньковский; 4 — Ликей

тель, находящийся на оси симметрии, будет в крайнем правом положении по отношению к левой группе из двух громкоговорителей и в крайнем левом положении по отношению к правой. Показанная на рис. 2 зависимость относится, как мы отметили, к случаю, когда слушатель расположен симметрично относительно обоих громкоговорителей. Когда слушатель находится в крайнем положении (перед левым или правым громкоговорителем), то кривая изменяется и приобретает другую форму. Подобные случаи рассмотрены различными авторами [3—5]. Подробный анализ проделан Маньковским [4] и результаты его исследований показаны на рис. 3.

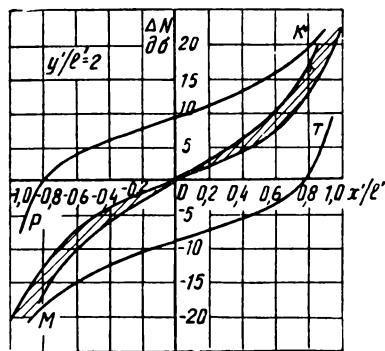


Рис. 3

Верхняя кривая *KP* относится к случаю, когда слушатель находится в крайнем левом положении, нижняя кривая *TM* — в крайнем правом положении. В середине фигуры даны кривые, образующие заштрихованное поле, при симметричном положении слушателя, сообразно данным на рис. 2.

Для среднего громкоговорителя различные авторы [9—12] рекомендуют, чтобы уровень его питания был от 3 до 12 дБ ниже уровня боковых. Ясно, что наличие среднего громкоговорителя приведет в некоторой степени к эффекту выравнивания разности уровней боковых громкоговорителей, что, в свою очередь, приведет к суживанию базы, а также к изменению распределения звуковой энергии. Проведенный автором анализ показал, что уровень —12 дБ самый подходящий для сохранения достаточно широкой базы и для получения подходящей зависимости  $\Delta N = f(x/l, y/l)$ .

На рис. 4 показано, как система из трех громкоговорителей  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$  может быть

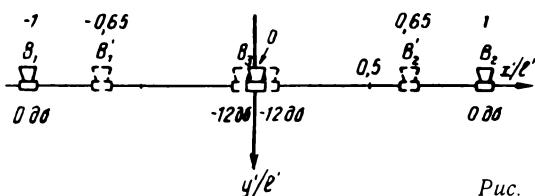


Рис. 4

заменена двумя фиктивными громкоговорителями  $B_1'$  и  $B_2'$ , когда средний громкоговоритель питается на уровне —12 дБ по отношению к боковым.

Таким образом, имея в виду изложенное, можно сравнивать различные двухканальные стереофонические системы в отношении точности передачи положения кажущегося источника звука. Для этой цели необходимо найти распределение звуковой энергии между отдельными громкоговорителями в различных стереофонических системах.

#### Определение разности уровней энергий громкоговорителей для различных стереофонических систем

Выше отмечалось, что если изменение разности уровней энергий громкоговорителей в результате перемены положения действительного источника звука в первичном поле соответствует кривым рис. 2, то мы получим полное соответствие в положениях кажущегося и действительного источников звука. Изменение разности уровней энергий для стереофонических систем с разнесенными микрофонами (*AB*) показано в предыдущих работах [7, 8], где учтены упрощения, использованные и другими авторами [4]. В настоящей работе выведено более точное выражение для распределения звуковой энергии в системах с тремя громкоговорителями и рассмотрены системы с совмещенными микрофонами и различными характеристиками направленного действия (*MS* и *XY*). Используя также и выводы предыдущих работ, даем в сокращенном виде полученные результаты.

Для наглядности будем обозначать системы цифрами и буквами, причем первая цифра будет показывать число микрофонов, вторая — число каналов связи, третья — число громкоговорителей. Так, например, 3—2—3 *AB* обозначает систему *AB*, использующую три микрофона, два самостоятельных канала связи и три громко-

говорителя; 2—2—3 MS обозначает систему MS с двумя совмещенными микрофонами, двумя самостоятельными каналами связи и тремя громкоговорителями.

Звуковое давление, создаваемое громкоговорителем, зависит от подводимого к нему напряжения, которое, со своей стороны, связано с положением действительного источника звука в первичном поле и с характеристикой направленного действия использованного микрофона. Имея в виду, что звуковая энергия в месте восприятия пропорциональна квадрату амплитуды звукового давления, то для обычной двухканальной системы 2—2—2 AB выражение для разности уровней энергий обоих громкоговорителей дается формулой:

$$\Delta N = 10 \lg \frac{(p_2')^2}{(p_1')^2} = 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_2 \cdot \Phi_2^2(\varphi_2)}{\cos^2 \varphi_1 \cdot \Phi_1^2(\varphi_1)}, \quad (1)$$

где  $p_1'$  и  $p_2'$  — амплитуды звуковых давлений, созданные громкоговорителями  $B_1$  и  $B_2$ , а  $\Phi_1(\varphi_1)$  и  $\Phi_2(\varphi_2)$  — характеристики направленного действия микрофонов  $M_1$  и  $M_2$ . Расположение микрофонов показано на рис. 1, a. Для простоты мы приняли, что громкоговорители не обладают направленным действием. Отраженные звуковые волны также не учитываем.

Сообразно данному на рис. 1, a расположению микрофонов углы  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  и  $\varphi_3$  определяют как удаленность действительного источника звука, так и изменение чувствительности соответствующего микрофона; обозначим

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 \Phi_1(\varphi_1) &= H_1(\varphi_1); \\ \cos \varphi_2 \Phi_2(\varphi_2) &= H_2(\varphi_2); \\ \cos \varphi_3 \Phi_3(\varphi_3) &= H_3(\varphi_3). \end{aligned} \quad (2)$$

Тогда для системы 2—2—2 AB из выражений (1) и (2) получаем

$$\Delta N = 10 \lg \frac{H_2^2(\varphi_2)}{H_1^2(\varphi_1)}. \quad (3)$$

У системы 3—2—2 AB, использующей фантомную цепь среднего микрофона, полученное от него напряжение подается одновременно и на два боковых канала. Будем считать, что амплитуда суммарного сигнала для каждого канала будет пропорциональна сумме амплитуд этих двух составляющих его отдельных сигналов. В этом случае напряжение, например, для левого канала будет пропорционально сум-

ме  $H_1(\varphi_1) + H_3(\varphi_3)$  и для разности уровней энергий от обоих громкоговорителей для системы 3—2—2 AB, получается формула:

$$\Delta N = 10 \lg \frac{[H_2(\varphi_2) + H_3(\varphi_3)]^2}{[H_1(\varphi_1) + H_3(\varphi_3)]^2}. \quad (4)$$

Для систем, использующих третий (phantomный) громкоговоритель, локализация кажущегося источника звука определяется из выражения для разности уровней энергий от двух фиктивных громкоговорителей  $B'_1$  и  $B'_2$ .

Чтобы каждый фиктивный громкоговоритель действительно заменил один из боковых громкоговорителей и половину среднего, необходимо чтобы звуковая энергия, доходящая до слушателя от фиктивного громкоговорителя, была равна звуковой энергии, идущей от бокового громкоговорителя плюс половину звуковой энергии среднего. При определении звуковой энергии от среднего громкоговорителя нужно помнить, что он питается четвертью напряжения каждого из двух боковых (уровень —12 дБ); кроме того, он находится ближе к слушателю по сравнению с боковыми — уменьшение расстояния определяется углом  $\gamma$  (см. рис. 1, б).

Исходя из вышесказанного, для системы 2—2—3 AB получаем

$$\begin{aligned} \Delta N &= 10 \lg \frac{(p_2')^2 + \frac{1}{2}(p_3')^2}{(p_1')^2 + \frac{1}{2}(p_3')^2} = \\ &= 10 \lg \frac{(p_2')^2 + \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{4}(p_1' + p_2') \frac{1}{\cos \frac{\gamma}{2}} \right]^2}{(p_1')^2 + \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{4}(p_1' + p_2')^2 \frac{1}{\cos \frac{\gamma}{2}} \right]^2} = \\ &= 10 \lg \frac{(p_2') + \frac{(p_1' + p_2')^2}{32 \cos^2 \frac{\gamma}{2}}}{(p_1') + \frac{(p_1' + p_2')^2}{32 \cos^2 \frac{\gamma}{2}}}, \end{aligned} \quad (5)$$

при котором для угла  $\gamma = 60^\circ$  и введении функций  $H_1(\varphi_1)$ ,  $H_2(\varphi_2)$ ,  $H_3(\varphi_3)$  получаем

$$\Delta N = 10 \lg \frac{24H_2^2(\varphi_2) + [H_1(\varphi_1) + H_2(\varphi_2)]^2}{24H_1^2(\varphi_1) + [H_1(\varphi_1) + H_2(\varphi_2)]^2}. \quad (6)$$

В случае применения фантомной цепи и со стороны микрофонов, т. е. для системы 3—2—3 AB, получаем аналогично

$$\Delta N = 10 \lg \frac{24 [H_2(\varphi_2) + H_3(\varphi_3)]^2 + [H_1(\varphi_1) + H_2(\varphi_2) + 2H_3(\varphi_3)]^2}{24 [H_1(\varphi_1) + H_3(\varphi_3)]^2 + [H_1(\varphi_1) + H_2(\varphi_2) + 2H_3(\varphi_3)]^2}. \quad (7)$$

Этим определены формулы, с помощью которых можно вычислить разность уровней энергий громкоговорителей в зависимости от положения действительного источника звука для разных двухканальных *AB* стереофонических систем.

Таким же путем идет анализ для двухканальных стереофонических систем с совмещенными микрофонами — *MS* и *XY*, только нужно иметь в виду особенности каждой системы.

Характерным для всякой *MS* системы является использование совмещенных микрофонов, характеристики направленного действия которых обычно различны, а направления максимальных чувствительностей ориентированы под углом 90° друг к другу; при этом для питания левого громкоговорителя обычно используется сумма сигналов обоих микрофонов, т. е.  $M + S$ , а для питания правого громкоговорителя — разность сигналов обоих микрофонов, т. е.  $M - S$ . Для разности уровней энергий двух громкоговорителей получаем выражение:

$$\begin{aligned} \Delta N &= 10 \lg \frac{(p'_2)^2}{(p'_1)^2} = \\ &= 10 \lg \frac{\left[ \Phi_M(\varphi) - \Phi_S\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \right]^2}{\left[ \Phi_M(\varphi) + \Phi_S\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right) \right]^2}, \quad (8) \end{aligned}$$

где:  $\Phi_M(\varphi)$  и  $\Phi_S(\varphi)$  — характеристики направленного действия микрофонов *M* и *S*, а  $\varphi$  — угол между осью симметрии системы и направлением на действительный источник звука.

Для *MS* системы, при которой характеристика микрофона *M*-канала имеет форму кардиоиды, а микрофона *S*-канала — «восьмерки» из выражения (8), где  $\Phi_M(\varphi) = 1 + \cos \varphi$  и  $\Phi_S(\varphi) = \cos \varphi$ , получаем

$$\Delta N = 10 \lg \frac{[1 + \cos \varphi + \sin \varphi]^2}{[1 + \cos \varphi - \sin \varphi]^2}. \quad (9)$$

Система *XY* аналогична системе *MS*; в ней микрофоны также совмещены, а характеристики направленного действия одинаковые. Кроме того, направления максимальных чувствительностей каждого микрофона смешены на 45° к оси симметрии; каждый микрофон несет информацию соответственно левого и правого каналов.

Каждый громкоговоритель питается соответствующим микрофоном через канал связи. И здесь выражение для разности уровней энергий обоих громкоговорителей зависит от характеристики  $\Phi(\varphi)$  направленного действия микрофонов и будет определяться

$$\Delta N = 10 \lg \frac{(p'_2)^2}{(p'_1)^2} = \frac{\Phi^2\left(\varphi - \frac{\pi}{4}\right)}{\Phi^2\left(\varphi + \frac{\pi}{4}\right)}. \quad (10)$$

Для системы, характеристика направленного действия микрофонов которой имеет форму кардиоиды  $\Phi(\varphi) = 1 + \cos \varphi$ , получаем

$$\Delta N = 10 \lg \frac{[\sqrt{2} + \cos \varphi + \sin \varphi]^2}{[\sqrt{2} + \cos \varphi - \sin \varphi]^2}. \quad (11)$$

Как в *AB*, так и в *MS* и *XY* системах можно использовать третий фантомный громкоговоритель. Таким образом, для каждой системы можно получить кривые  $\Delta N = f(x/l, y/l)$ , которые при сравнении с кривыми на рис. 2 покажут искажения в отношении локализации кажущегося источника звука, вносимые неизбежно каждой стереофонической системой.

### Сравнение различных стереофонических систем

Для вычисления разности уровней энергий отдельных громкоговорителей различных стереофонических систем использованы приведенные выше формулы. Во всех *AB* системах приняты микрофоны с характеристикой направленного действия в форме кардиоиды, а в *MS* и *XY* системах — соответственно указанному. Результаты вычислений показаны в таблице и на рис. 5—10. Для удобства сравнения рассмотренных систем на каждом чертеже обозначены как вычисленные результаты (сплошные кривые), т. е. функция  $\Delta N = f(x/l, y/l)$ , так и кривые в соответствии с рис. 2, показанные заштрихованной областью. Шкала  $x/l$  относится к сплошным кривым, а шкала  $x'/l'$  — к заштрихованной области.

Рассмотрим более подробно некоторые из полученных результатов.

*Система 2—2—2 AB* (рис. 5). Из чертежа видно, что разность уровней энергий обоих громкоговорителей  $\Delta N$  при близком положении линии микрофонов ( $y/l = 0,1$ ) боль-

Система	Микрофоны	$y/l$	0,1					0,5					1,0				
		$x/l$	0	0,2	0,5	0,8	1,0	0	0,2	0,5	0,8	1,0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
2-2-2 AB			0	4,0	10,6	20,8	31,6	0	3,8	9,3	14,3	16,5	0	2,4	5,3	8,8	9,8
3-2-2 AB			0	1,6	3,8	12,0	22,4	0	1,0	3,4	7,1	9,2	0	0,9	2,4	4,0	4,8
2-2-3 AB			0	3,4	8,3	12,5	13,8	0	3,3	7,5	10,6	11,4	0	2,2	5,0	7,2	10,1
3-2-3 AB			0	0,5	3,2	9,2	11,5	0	1,0	2,9	5,9	7,2	0	0,8	2,1	3,4	4,0
2-2-2 MS			0	12,4	19,8	24,2	26,4	0	3,4	7,6	10,8	12,4	0	1,8	4,0	6,4	7,6
2-2-3 MS			0	9,5	12,4	13,1	13,4	0	2,9	6,3	8,4	9,4	0	1,5	3,5	5,4	6,3
2-2-2 XY			0	9,0	12,2	13,5	13,7	0	2,8	6,0	8,2	9,0	0	1,4	3,4	5,2	6,0
2-2-3 XY			0	7,4	9,3	10,0	10,2	0	2,3	5,0	6,6	7,2	0	1,2	2,8	4,4	5,0

ше, чем необходимо. При этом кажущийся источник звука будет передвигаться быстрее действительного. Это находится в полном соответствии со знакомым эффектом

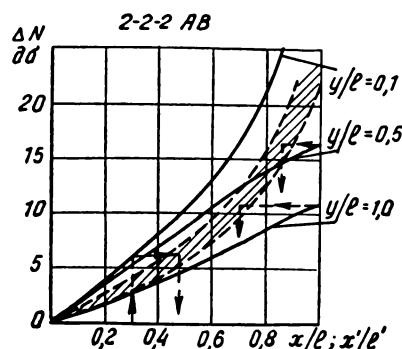


Рис. 5

«дырка в середине». Так, например, когда действительный источник звука находится на расстоянии  $x/l = 0,3$ , то слушатель локализует кажущийся источник звука на расстоянии около  $x'/l' = 0,5$ , а когда действительный источник звука находится на расстоянии  $x/l = 0,5$ , то кажущийся источник звука отойдет на расстояние  $x'/l' = 0,7$ . При сравнительно большом удалении линии микрофонов ( $y/l = 1,0$ ) искажения передачи движения по фронту будут сначала незначительными (при передвижении действительного источника звука приблизительно до  $x/l = 0,4$ ), что нужно иметь в виду при использовании этой системы. Однако после этого движение кажущегося источника звука замедляется, и когда действи-

тельный источник звука дойдет до крайнего положения ( $x/l = 1,0$ ), то кажущийся источник звука локализуется на расстоянии только около  $x'/l' = 0,7$ , что показывает на сужение базы около 30 %. При средней удаленности линии микрофонов ( $y/l = 0,5$ ) сначала кажущийся источник звука спешит, а потом опаздывает по отношению к движению действительного источника звука; сужение базы будет около 15 %. Все это показывает, что система 2-2-2 AB вносит значительные искажения при передаче движения по фронту, которые уменьшаются в некоторой степени с удалением линии микрофонов, но это приводит к уменьшению базы.

**Система 3-2-2 AB (рис. 6).** С первого взгляда ясно, что двухканальная система с фантомной цепью для третьего микрофона значительно уменьшает искажения по фронту при близкой установке от линии микрофонов ( $y/l = 0,1$ ). При этих условиях

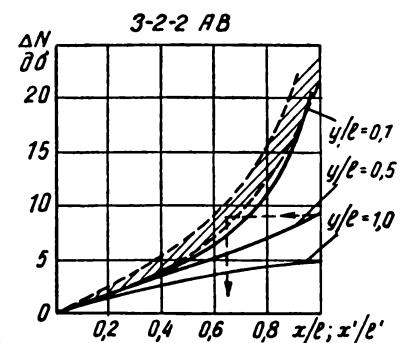


Рис. 6

получается практически полное соответствие положений действительного и кажущегося источников звука: кривая  $\Delta N = f(x/l, y/l)$  при  $y/l = 0,1$  почти покрываетяется заштрихованной зоной. При среднем удалении микрофонов ( $y/l = 0,5$ ) получаются значительные искажения локализации, причем при достижении крайнего положения действительным источником звука кажущийся источник звука локализуется на расстоянии всего лишь около  $x'/l' = 0,65$ . При дальнейшей установке линии микрофонов ( $y/l = 1,0$ ) база уменьшается более чем на 50%. В подобных случаях эту систему с фантомным каналом использовать нельзя.

*Система 2—2—3 AB* (рис. 7). Использование фантомной цепи для громкоговорите-

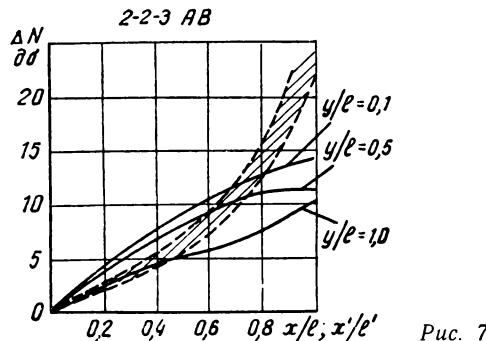


Рис. 7

лей уменьшает в некоторой степени искажения по фронту при близкой установке от линии микрофонов, хотя и не в такой степени, как использование третьего микрофона. Можно отметить и положительный эффект этой системы по сравнению с системой 2—2—2 AB при близкой установке от линии микрофонов.

*Система 3—2—3 AB* (рис. 8). Если сравнить систему 3—2—3 AB с системой 2—2—2 AB, то становится ясно, что при-

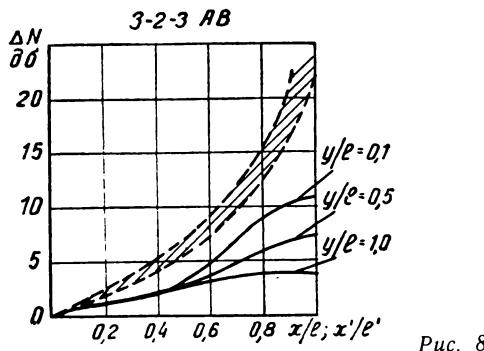


Рис. 8

бавление третьего громкоговорителя уменьшает при всех значениях  $y/l$  фронт движения кажущегося источника звука и увеличивает искажения его локализации.

*Система 2—2—2 MS* (рис. 9). Сразу видно, что искажения в этой системе огромные при близкой установке от линии микрофонов ( $y/l = 0,1$ ). Самое лучшее расстояние до линии микрофонов в этой системе

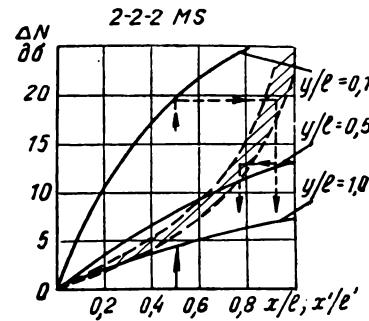


Рис. 9

около  $y/l = 0,5$ , хотя и при этом фронт уменьшается приблизительно на 25%. При близкой установке от линии микрофонов ( $y/l = 0,1$ ) особенно подчеркивается эффект «перелета» в стороны. Так, например, при положении действительного источника звука  $x/l = 0,5$ , кажущийся источник звука локализуется уже почти сбоку ( $x'/l' = 0,95$ ). При удалении от линии микрофонов ( $y/l = 1,0$ ) получается обратная картина, что соответствует данным практики.

*Система 2—2—2 XY* (рис. 10). И здесь искажения локализации большие при близ-

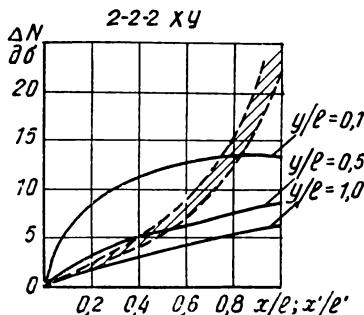


Рис. 10

кой установке от линии микрофонов; при удалении фронт движения уменьшается на 40—50%.

#### Обобщение результатов

Из проведенных рассуждений видно, что предлагаемый метод количественной трак-

товки вопроса об искажении локализации кажущегося источника звука в состоянии дать сопоставление различных двухканальных стереофонических систем. Разработанный метод дает возможность предварительно вычислить искажения локализации, которые всякая стереофоническая система неизбежно вносит.

Из приведенных здесь сравнений отдельных двухканальных систем можно сделать некоторые общие выводы.

Графическое сопоставление различных систем показывает, что при близкой установке от линии микрофонов, например,  $y/l = 0,1$ , целесообразнее использовать систему 3—2—2 AB (см. рис. 6), где вычисленное распределение разности уровней звуковой энергии  $\Delta N = f(x/l, y/l)$  покрывается заштрихованной областью. При среднем расстоянии линии микрофонов от действительного источника звука ( $y/l = 0,5$ ), различные системы почти равноценны. При дальней установке от линии микрофонов ( $y/l = 1,0$ ) целесообразно использовать систему 2—2—2 AB.

Из вышесказанного ясно, что системы AB вносят меньшие искажения при локализации кажущегося источника звука, чем системы MS и XY.

Использование третьего фантомного микрофона в AB-системах значительно улучшает локализацию кажущегося источника звука при близких расстояниях действительного источника звука от линии микрофонов (см. рис. 6).

Использование третьего громкоговорителя целесообразно только в некоторых системах, например 2—2—3 AB (см. рис. 7). В других случаях, когда используются три микрофона, установка третьего громкоговорителя ухудшает локализацию (см. рис. 8).

## Выводы

1. Предложен метод сопоставления различных стереофонических двухканальных систем в отношении искажений локализации кажущегося источника звука.

2. Показано, что искажения локализации в данной системе, использующей микрофоны с произвольной характеристикой направленного действия, могут быть вычислены. Это дает возможность выбирать подходящие для каждого конкретного случая микрофоны.

3. Проведены сравнения чаще всего используемых двухканальных стереофонических систем и показаны оптимальные условия их использования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Steinberg J. C. and Snow W. B., Physical Factors in Auditory Perspective, JSMPT, 1953, **61**, № 9, 420—430.
2. De Boeg K., The Formation of Stereophonic Images, Philips Techn. Review, 1946, **8**, № 2, 51.
3. Jordan V. L., A System for Stereophonic Reproduction, Acustica, 1954, **4**, № 1, 36—38.
4. Маньковский В. С., О локализации кажущегося источника звука при двухканальной стереофонической передаче, Акустический журнал, 1959, **V**, № 2, 176—182.
5. Leakey D. M., Some Measurements on the Effects of Interchannel Intensity and Time Differences in Two Channel Sound Systems, Journ. Acoust. Soc. Am., 1959, **31**, № 7, 977—986.
6. Малиновски Г. П. и Паскалев Ж. Б., Анализ на изкривяванията в дълбочина при двуканални стереофонични системи използвани фантомни вериги, Известия БАН, Серия физическа, 1963, **11**, № 1—2, 81—85.
7. Малиновски Г. П. и Паскалев Ж. Б., Влияние на фантомните вериги върху изкривяванията при двуканалните стереофонични системи. Известия НИИ по кинематография и радио, 1963, **3**, № 3, 71—84.
8. Паскалев Ж. Б. и Малиновски Г. П., Техника кино и телевидения, 1963, № 3, 30—33.
9. Eargle J. M., Stereophonic Localisation, IRE Trans. Audio, 1960, **AU-8**, № 5, 174—178.
10. Bauer B. B., Some Techniques Toward Better Stereophonic Perspective, IRE Trans. Audio, 1963, **AU-11**, № 3, 88—92.
11. Tappan P. W., An Improvement in Simulated Three Channel Stereo, IRE Trans. Audio, **AU-9**, № 3, 72—79.
12. Klipsch R., Circuits for Three-Channel Stereophonic Playback Derived from Two Sound Tracks, IRE Trans. Audio, 1959, **AU-7**, № 6, 182—187.

Научно-исследовательский институт  
кинематографии и радио

# ВЫБОР И УСЛОВИЯ ОБРАБОТКИ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СЪЕМКИ С ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ЭКРАНА

77.02 : 621.397.613

Для съемки с люминесцентных экранов синего свечения испытаны пленки типа КН-3, А-2 и П-10 и различные проявители. Определены характеристические кривые и гранулярность проявленных фотоэмulsionий. Полученные результаты дают возможность выбрать фотографический материал и условия проявления, позволяющие наилучшим образом осуществить фоторегистрацию исследуемого процесса.

Условия, определяющие оптимальную запись изображений с люминесцентных экранов электронно-оптических приборов на фотоэмulsionию, подробно рассмотрены в [1]. Мы ограничимся только их перечислением.

Фотографические материалы в интервале плотностей почернения до 1,0 обладают наибольшей удельной информационной емкостью. Поэтому наличие большого фона на фотографическом снимке приводит к уменьшению передаваемого количества информации. В случае записи изображения с экрана электронно-оптического прибора фон на фотоснимке определяется засветкой экрана темновыми токами фотокатода и собственной вуалью фотографического материала. Снижение уровня фона на фотографическом материале достигается выбором правильной экспозиции, при которой фон электронно-оптического усилителя не успевает засветить зерна эмульсии, а также подбором пленки и условий проявления для получения малой вуали самого фотографического материала.

Небольшой собственной вуалью обладают, как правило, малочувствительные материалы, однако для съемки движущихся объектов малой яркости они оказываются непригодными. Для фотографирования таких объектов применяются материалы с высоким квантовым выходом, они же позволяют работать в оптимальном интервале выдержек (имеется в виду эффект Шварцшильда). Недостатками высокочувствительных материалов являются: значительная величина фотографического шума (гранулярность); пониженная разрешающая способность и, как следствие, меньшая информационная емкость; более плотная вуаль и меньший срок хранения.

По данным [1], на основании частотно-контрастных характеристик для пленок и, в частности, панхром-10, можно считать, что оптимальный интервал плотностей почернения, обеспечивающий запись сигнала с разрешением не менее 40 лин/мм при контрасте не менее 0,2, простирается до  $D \leq 1,5$ .

Фотографический шум и нелинейность характеристической кривой фотоматериала ограничивают число различных градаций почернения. Величина шумов и форма характеристической кривой зависят не только от технологии изготовления фотоматериалов, но и от условий их обработки в проявляющих растворах. Проявитель и условия проявления должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить необходимую чувствительность, минимальные фотографические шумы и вуаль, а также линейный участок характеристической кривой в широком диапазоне экспозиций. Последнее требование достаточно хорошо выполняется при проявлении фотоматериалов до коэффициента контрастности  $\gamma \leq 1,2$ .

Изложенные в статье материалы посвящены выбору типа фотопленки и испытаниям различных проявителей для получения качественных снимков при съемке с люминесцентных экранов синего свечения (максимум свечения в области 450 мкм).

Пленки испытывались на стандартном сенситометре ФСР-4 за светофильтром искусственного дневного света при выдержке 0,05 сек и на микрофотометре МФ-2. Выделение синей части спектра в сенситометре, соответствующей свечению люминофора экрана электронной трубки, достигалось с помощью фильтра из стекол ЖС-11 и СС-4. Пропускание фильтра — 44% при  $\lambda_{\max} = 446$  мкм и  $\Delta\lambda = 50$  мкм.

Измерения проводились на пленках типа КН-3 (Шосткинский хим завод), А-2 и панхром-10н (Казанский хим завод). С момента выпуска до их использования прошло соответственно 2,9 и 6 месяцев.

Первоначально предполагалось исследовать также пленку ВЧ. Однако оказалось, что при хранении в течение 11 месяцев пленка пришла в негодность (плотность вуали при различных условиях проявления достигала значений от 0,5 до 1,2). Таким образом, малый срок хранения пленки ВЧ делает ее в ряде случаев мало пригодной для использования в полевых условиях.

Для сравнения светочувствительности пленок за синим фильтром со светочувствительностью только за фильтром искусственного дневного света несколько образцов экспонировались в сенситометре без синего фильтра и обрабатывались в проявителе Д-19.

При этом чувствительность  $S_{0,2}$  за фильтром искусственного дневного света оказалась выше  $S_{0,2}$  за синим фильтром для панхром-10 в 2,5, для КН-3 в 2,9 и для А-2 в 2,7 раза.

Пленки обрабатывались в проявителях «Агфа-12», Д-19, НМ и в проявителе «Ленфильма» [2] с содержанием в последнем 0,35 г/л гидрохинона. Кроме этого, для повышения коэффициента контрастности (см. [2]) для подавления вуали были испытаны варианты проявителей Чибисова и Щедринского с заменой бромистого калия бензотриазолом. Состав этих проявителей дан в табл. 1.

Таблица 1

Состав проявителя на 1 л раствора	А	В	С	Д
Сульфит безводный . . .	100	26,0	100,0	26,0
Гидрохинон . . . . .	0,25	5,0	0,40	5,0
Метол . . . . .	—	1,0	—	1,0
Сода безводная . . . .	—	20,0	—	20,0
Бензотриазол . . . . .	0,1	0,3	0,05	0,1
Бура . . . . .	2,0	—	2,0	—
Фенидон . . . . .	0,05	—	0,05	—

Таблица 2

Проявитель	$t, \text{мин}$	КН-3			А-2			Панхром-10		
		$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$	$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$	$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$
«Агфа-12» $20^\circ \text{C}$	6	35	0,68	0,04	30	0,78	0,04	30	0,64	0,06
	9	60	0,90	0,05	50	0,85	0,05	55	0,80	0,08
	15	110	1,30	0,07	90	1,30	0,08	85	0,93	0,10
	20	120	1,45	0,10	110	1,35	0,11	—	—	—
Д-19 $20^\circ \text{C}$	4	85	1,8	0,04	85	1,7	0,07	50	1,0	0,05
	6	130	2,0	0,06	110	1,9	0,08	70	1,2	0,09
	10	180	2,0	0,18	150	2,0	0,27	110	1,6	0,13
НМ $20^\circ \text{C}$	10	30	0,56	0,03	30	0,56	0,03	—	—	—
	15	55	0,72	0,04	50	0,74	0,05	40	0,60	0,08
	20	85	0,85	0,07	80	0,95	0,06	55	0,80	0,08
	25	—	—	—	—	—	—	70	0,72	0,11
«Ленфильм» $18^\circ \text{C}$	15	80	0,56	0,02	65	0,52	0,07	—	—	—
	20	100	0,64	0,07	85	0,64	0,10	55	0,36	0,12
	30	140	0,76	0,19	85	0,72	0,18	80	0,44	0,16
	40	—	—	—	—	—	—	110	0,64	0,22
	45	160	0,80	0,28	110	0,90	0,31	—	—	—
А $18^\circ \text{C}$	20	—	—	—	—	—	—	15	0,26	0,06
	30	—	—	—	—	—	—	35	0,38	0,07
	40	—	—	—	—	—	—	55	0,50	0,08

Продолжение

Проявитель	$t, \text{ мин}$	КН-3			А-2			Панхром-10		
		$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$	$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$	$S_{0,2}$	$\tau$	$D_0$
В 20° С	4	—	—	—	—	—	—	35	1,2	0,05
	6	—	—	—	—	—	—	50	1,3	0,06
	8	—	—	—	—	—	—	55	1,5	0,07
	12	—	—	—	—	—	—	65	1,8	0,09
С 18° С	12	40	0,68	0,02	35	0,75	0,02	—	—	—
	15	—	—	—	55	0,85	0,03	—	—	—
	20	85	0,95	0,05	70	0,95	0,06	—	—	—
	30	110	1,05	0,08	90	1,05	0,08	—	—	—
	50	130	1,20	0,20	110	1,10	0,20	—	—	—
D 20° С	4	60	2,1	0,07	55	1,7	0,06	—	—	—
	8	85	2,6	0,09	80	2,3	0,08	—	—	—
	16	110	2,5	0,23	110	2,2	0,24	—	—	—

П р и м е ч а н и е.  $D_0$  — плотность вуали без основы. Для пленки панхром-10 плотность основы 0,07; для КН-3—0,27; для А-2 — 0,29.

Фотографический шум  $\sigma_t$  был измерен на вуали для образцов фотоматериалов, наиболее интересных с точки зрения чувствительности и формы характеристической кривой, с помощью методики, которая подробно описана в [3].

Ранее подобные измерения были проведены для большого числа различных фотографических материалов при различных плотностях покернения; результаты измерений приведены в [4].

В табл. 2 и на рис. 1—6 показаны результаты испытаний пленок. Проявление

бачковое, температура поддерживалась с точностью  $\pm 0,2^\circ$ .

Как видно, наибольшая чувствительность оказалась у КН-3. Возможно, что более свежая пленка А-2 могла бы дать лучшие результаты. На основании полученных

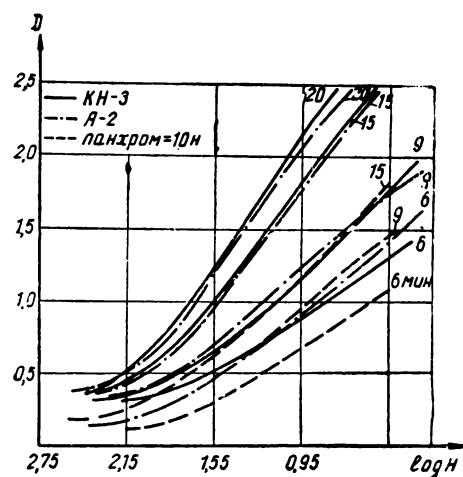


Рис. 1. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем «Агфа-12»

На рис. 1—6 условные обозначения кривых одинаковы

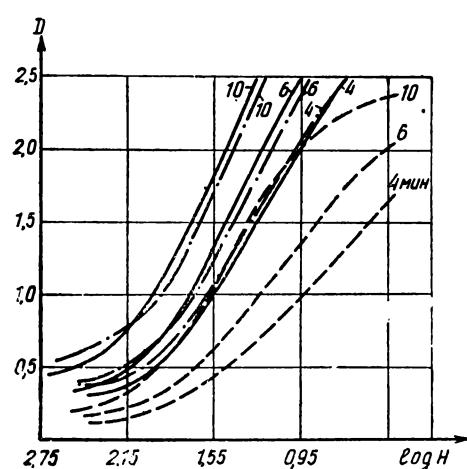


Рис. 2. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем D-19

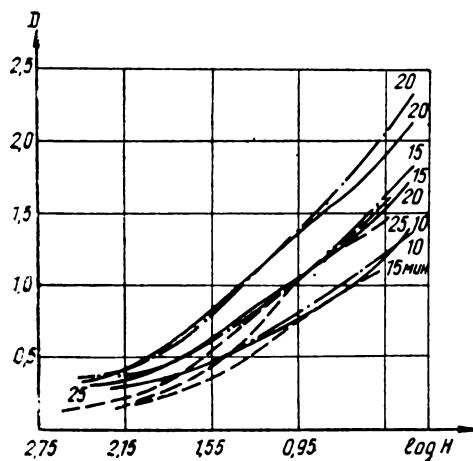


Рис. 3. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем HM

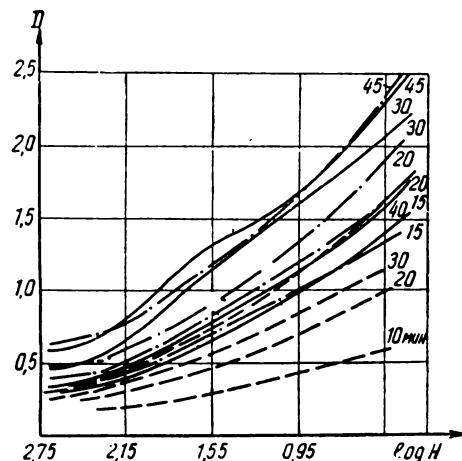


Рис. 4. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем «Ленфильм»

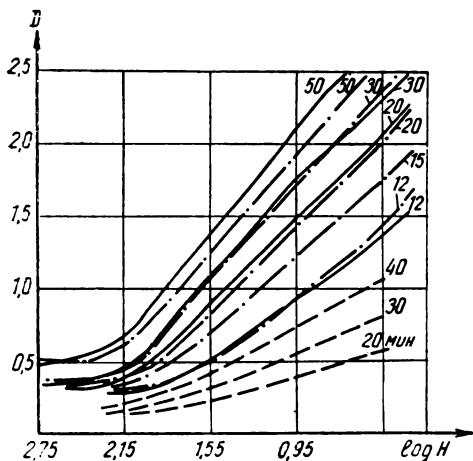


Рис. 5. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем А для пленок П-10 и проявителем С для КН-3 и А-2

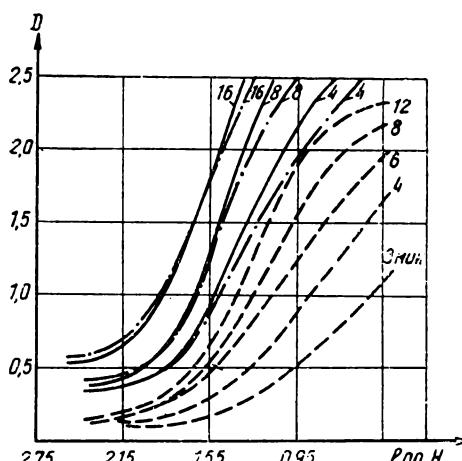


Рис. 6. Характеристические кривые при испытании пленок с проявителем В для пленки П-10 и проявителем Д для пленок КН-3 и А-2

значений  $S_{0,2}$ ,  $\gamma$  и  $D$  можно считать, что максимальную светочувствительность при минимальной вуали для пленок КН-3 и А-2 дают: при  $\gamma = 0,5-0,8$  проявитель Щедринского; при  $\gamma = 0,9-1,2$  проявитель С; при  $\gamma = 1,3-1,5$  — «Агфа-12»; при  $\gamma = 1,7-2,0$  проявитель Д-19.

Особый интерес представляют проявители Щедринского («Ленфильм») и С, так как с помощью их можно получать довольно высокую чувствительность при контрастности  $\gamma \leq 1,2$ .

В табл. 3 и на рис. 7 и 8 даны значения гранулярности вуали  $\sigma_t$  фотоэмulsionий при проявлении в разных проявителях и при различном времени проявления. Приведенные значения не могут полностью характеризовать гранулярность фотоматериала во всем диапазоне плотностей покрытия [5]. Однако полученные значения  $\sigma_t$  для вуали могут характеризовать начальный участок кривой  $\sigma_t = f(D)$ , представляющей интерес с точки зрения передачи информации в области участка «недодержек».

Таблица 3

Проявитель	t, мин	Пленка КН-3		Пленка А-2		Пленка П-10	
		D <sub>0</sub>	σ <sub>T</sub>	D <sub>0</sub>	σ <sub>T</sub>	D <sub>0</sub>	σ <sub>T</sub>
«Агфа-12»	6	0,04	0,027	0,04	0,061	—	—
	15	0,07	0,052	0,08	0,086	—	—
	20	0,10	0,058	0,11	0,094	—	—
Д-19	4	0,04	0,037	0,07	0,071	0,05	0,074
	6	0,06	0,054	0,08	0,080	0,08	0,081
	10	0,18	0,086	—	—	0,10	0,086
НМ	10	0,03	0,028	0,03	0,057	—	—
	15	0,04	0,034	0,05	0,070	0,06	0,077
	20	0,07	0,057	0,06	0,075	—	—
«Ленфильма»	15	0,02	0,038	0,07	0,069	—	—
	20	0,07	0,041	0,10	0,075	0,11	0,083
	30	0,19	0,065	0,18	0,080	0,15	0,087
	40	—	—	—	—	0,20	0,10
С	12	0,02	0,030	—	—	—	—
	20	0,05	0,037	0,06	0,069	—	—
	30	0,08	0,043	0,08	0,070	—	—
	50	0,20	0,065	0,20	0,077	—	—

На основании приведенных значений  $\sigma_T$  можно сделать следующие выводы:

1) из исследованных материалов наименьшей гранулярностью обладает пленка КН-3. Пленки типа А-2 и П-10 имеют заметно большие шумы, что, по-видимому, связано с технологией изготовления этих материалов;

2) проявитель «Ленфильма» и его вариант — проявитель С для плотности вуали  $D \geq 0,05$  дают с пленками КН-3 и А-2 меньшие шумы по сравнению с другими исследованными проявителями.

### Выводы

Испытания пленок типа КН-3, А-2 и панхром-10 показали, что при съемке в синих лучах происходит потеря светочувствительности примерно в три раза по сравнению со съемкой при искусственном дневном освещении. При помощи проявителей «Ленфильма» и его варианта С с бензотриазолом можно получать высокие значения  $S_{0,2}$  при  $0,6 \leq \gamma \leq 1,2$  с относительно низкими уровнями вуали. В то же время два

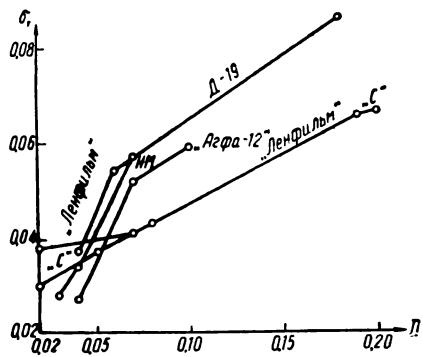


Рис. 7. Гранулярность вуали  $\sigma_T$  для пленки КН-3

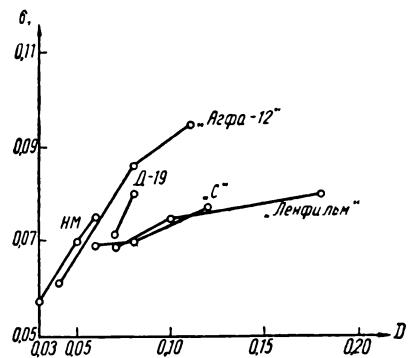


Рис. 8. Гранулярность вуали  $\sigma_T$  для пленки А-2

указанные проявителя по сравнению с остальными позволяют получать на фотографиях типа КН-3 запись с меньшим фотографическим шумом и наиболее благоприятной формой характеристической кривой.

На основании изложенного условиям оптимальной записи полезного сигнала с люминесцентного экрана синего свечения из испытанных пленок лучше всего отвечает пленка КН-3 при обработке ее в проявителях «Ленфильма» и С.

### ЛИТЕРАТУРА

- Гуревич С. Б., Эффективность и чувствительность телевизионных систем, «Энергия», 1964.
- Щедринский М. М., Техника кино и телевидения, 1964, № 1.
- Гуревич С. Б., Брейдо И. И., Гаврилов Г. А., Успехи научной фотографии, 1964, 10, 163.
- Брейдо И. И., Гаврилов Г. А., Гуревич С. Б., Маркелова А. А., ЖНиПФК, 1963, 8, № 4.
- Брейдо И. И., Ермошина К. П., ЖНиПФК, 1964, 9, № 6.

# ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВОМ

## «ЛЕНАР» ПРИ МУЛЬТИПЛИКАЦИОННОЙ СЪЕМКЕ

778.534.6

Рассматривается возможность применения при мультипликационной съемке объектива «Ленар» с переменным фокусным расстоянием.

Известно, что при мультипликационной киносъемке движение расчленяется на отдельные фазы.

Съемка наезда или отъезда осуществляется на мультстанке. При этом съемочный аппарат перемещается вертикально с переменным шагом. Величина шага перемещения и фокусное расстояние объектива определяют масштабные изменения изображения. Для плавного движения на экране аппарат при мультипликационной съемке должен перемещаться по следующей схеме (рис. 1).



Рис. 1. Схема перемещения аппарата при мультипликационной съемке

Для большинства мультстанков величина шага составляет от 2 до 50 мм.

Необходимо отметить, что движение с малым шагом (2—3 мм) трудно осуществить вследствие возрастания влияния инерции при малых перемещениях аппарата, а также сложности покадровой фокусировки объектива. Указанное положение не относится к новому мультстанку МФ-12. При движении с большим шагом (20—50 мм) возникает другой отрицательный фактор — ступенчатость на экране. Качественное выполнение покадрового движения наезда или отъезда зависит от точности перемещения аппарата и фокусировки объектива, изменяющих масштаб изображения; соблюдение этих условий ограничивается конструктивным несовершенством и изношенностью большинства мультстанков.

В 1962—1964 гг. на студии «Моснаучфильм» с целью устранения указанных недостатков была проведена работа по определению возможности применения объектива с переменным фокусным расстоянием при мультипликационной съемке.

В работе рассматривались три вопроса:  
а) определение границ возможных масштабных изменений при применении насадочных линз на объективе «Ленар-1»;

б) возможность использования объектива для выполнения покадрового движения наезда и отъезда;

в) степень пригодности системы Ленар — насадочная линза при съемке плоскостной, ярусной и комбинированной мультипликации.

При съемке мультипликационного движения наезда-отъезда киноаппарат передвигается на станке вверх или вниз, занимая максимальное расстояние от объекта — 150—180 см.

Наиболее удобное положение аппарата от объекта — на расстоянии 90—120 см, так как при этом все узлы управления доступны оператору. При работе с объективом «Ленар» такая высота аппарата от объекта съемки достигается применением положительных насадочных линз различной оптической силы.

№ 1.  $F = 200$  см. Оптическая сила = 0,5D;  
№ 2.  $F = 100$  см. „ „ = 1,0D;  
№ 3.  $F = 50$  см. „ „ = 2,0D.

Границы масштабных изменений системы Ленар — насадочная линза при съемке с разных расстояний приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ линзы	Высота от объекта съемки, см	Границы изменений	
		см	полей
1	120 (минимальная)	От 8,0×11,0 до 33,6×46,2	От 5 до 21
2	91 (минимальная)	От 5,5×7,7 до 24×33,0	От 3 до 15
2	115 (средняя)	От 8,0×11,0 до 36,8×50,6	От 5 до 23
2	127 (максимальная)	От 9,6×13,2 до 41,8×57,2	От 6 до 26
3	66 (минимальная)	От 3,2×4,4 до 14,4×19,8	От 2 до 9
3	75 (максимальная)	От 4,8×6,6 до 19,2×26,4	От 3 до 12

Данные таблицы показывают, что применение насадочных линз на объективе «Ленар» дает возможность съемки большинства размеров мультипликационных заготовок от 2-польного до 26-польного кадра. При съемке движения наезда-отъезда масштабные изменения вполне отвечают требованиям, предъявляемым к мультипликации; при этом основные изменения от 5- до 23-польного кадра, наиболее часто встречающиеся в практике, обеспечиваются применением лишь одной линзы № 2.

Для оценки влияния насадочных линз на качество изображения были проведены экспериментальные съемки, которые показали, что изображение, полученное при съемке мультипликации объективом «Ленар» с насадочной линзой, сравнимо с качеством изображения, полученного нормальной оптикой. В практике некоторое нарушение коррекции объектива может оказаться только при использовании нескольких насадочных линз.

При покадровой съемке движения наезда-отъезда с объективом «Ленар» кольцо, управляющее изменением масштаба изображения, покадрово передвигается с очень небольшим шагом. Точность перемещения кольца определяет качество движения на экране. Вследствие этого для съемки покадрового движения наезда-отъезда с «Ленаром» на студии была разработана система дистанционного импульсного управления при помощи реле времени (рис. 2). Отдельные элементы опытной установки, выполненной на студии «Моснаучфильм» по приведенной схеме, показаны на рис. 3, 4, 5.

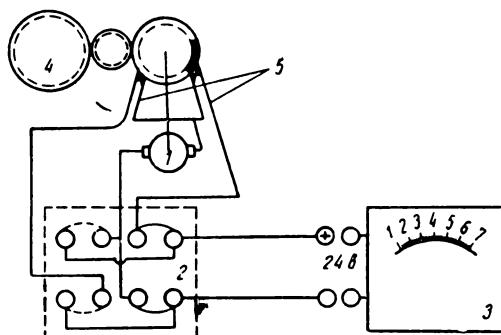


Рис. 2. Принципиальная схема импульсного дистанционного управления объективом «Ленар»  $F = 40-162$ :

1 — электродвигатель; 2 — переключатель; 3 — реле времени; 4 — кольцо «Ленара»; 5 — контакты ограничения

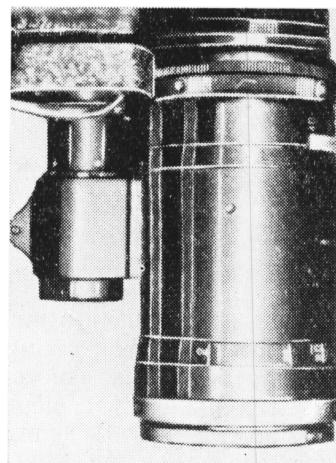


Рис. 3. «Ленар»: электродвигатель, редуктор и управляющее кольцо в сборе

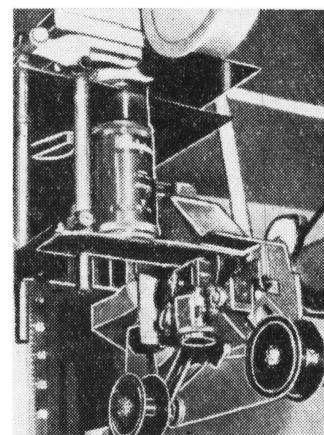


Рис. 4. Дистанционное управление «Ленаром» и покадровый фронт-проектор на мультстанке

На объективе установлен реверсивный электродвигатель постоянного тока 24 в, 6000 об/мин. Редуктор рассчитан таким образом, что угловая скорость для кольца объектива, управляющего изменением масштаба изображения, составляет  $1/150$  об/сек. При этом изменение масштаба изображения осуществляется импульсным вращением управляющего кольца «Ленара» с переменным шагом от 0,15 до 4,5 мм, обеспечи-



Рис. 5. Реле времени с пусковым устройством

ваемым реле времени электромеханического или электронного типа с импульсами от 0,1 до 3 сек.

Реле осуществляет точный покадровый наезд-отъезд и обеспечивает на экране широкий диапазон темпов движения: от чрезвычайно медленного с изменением от 5- до 23-польного кадра за 60 сек экранного времени (1440 кадров) до очень быстрого — при тех же изменениях масштаба за 0,5—1 сек (12—24 кадров). Принятые величины импульсов и угловой скорости управляющего кольца объектива установлены по соображениям:

1) требований, в творческом плане, получения широкого диапазона изменений темпов движения;

2) максимальной скорости вращения управляющего кольца  $1/150$  об/сек при наименьшем шаге его перемещения 0,15 мм за минимальный импульс реле времени — 0,1 сек;

3) возможного минимального времени срабатывания реле — 0,1 сек.

#### Установка кадра, расчет движения и съемка мультизализации объективом «Ленар»

1. Для управляющего кольца «Ленара» разбивается постоянная шкала № 1 времени импульсов и основных масштабных изменений (шкалы № 2, 3, 4) изображения за 1 сек (рис. 6).

2. В соответствии с производственным заданием по шкале определяются требуемые границы масштабных изменений, а также время непрерывной работы электродвигателя, необходимое для перемещения управляющего кольца в границах этих изменений.

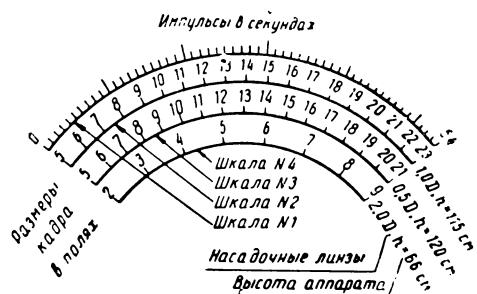


Рис. 6. Шкала управляющего кольца «Ленара»

3. Исходя из заданного темпа движения составляется расчетный график изменений времени импульсов для всего движения (разгон, равномерный участок и замедление).

Таблица 2

№ кадров	Время импульса	Количество кадров	Общее время работы электродвигателя с данным импульсом, сек
1, 2, 3	0,10	3	0,3
4, 5	0,15	2	0,3
6, 7	0,20	2	0,4
8, 9	0,25	2	0,5
10, 11	0,30	2	0,6
12, 13	0,35	2	0,7
14, 15	0,40	2	0,8
16, 17	0,45	2	0,9
18—59	0,50	42	21,00
60—61	0,45	2	0,9
64, 65	0,35	2	0,70
66, 67	0,30	2	0,60
68, 69	0,25	2	0,50
70, 71	0,20	2	0,40
72, 73	0,15	2	0,30
74, 75, 76	0,10	3	0,30
76 кадров 29,2			

Так, например, необходимо снять покадровый наезд от 15-польного до 5-польного кадра. Время движения (экранное) — около 3 сек (76 кадров изображения на плёнке). Насадочная линза  $D = 1,0$ , высота аппарата от объектива — 115 см.

По шкале № 1 определяем время непрерывной работы электродвигателя для выполнения движения в границах данного масштабного изменения (шкала № 2). Оно составляет 29,2 сек. Произведем расчет графика импульсов для выполнения всего движения (разгон, равномерный участок, замедление) (табл. 2).

4. Рассчитанные по шкале и заданию импульсы выдаются с помощью реле времени. Производится покадровая съемка движения. При необходимости быстрого движения на экране, достигаемого при импульсе 0,5 и более секунд, экспонирование кадра может производиться во время импульса, чем достигается плавность движения на экране. При незначительных масштабных изменениях (импульс 0,1 сек) съемка может производиться по два кадра на один импульс.

В итоге проведенной работы и практических съемок установлено, что объектив «Ленар» с насадочными линзами и дистанционным импульсным управлением может успешно применяться при любой покадровой

съемке и особенно при съемке мультиплексии всех видов. Применение объектива обеспечивает следующие возможности и преимущества:

1) упрощение технологии, ускорение процесса покадрового движения наезда, отъезда и установки кадра;

2) значительное расширение диапазона темпов движения при использовании импульсного управления объективом в сравнении с обычным перемещением камеры на мультстанке;

3) возможность получения плавного движения наезда и отъезда в комбинированной съемке при покадровой проекции на мультстанке;

4) осуществление автоматического наезда-отъезда при соединении с цейтраферной установкой.

Применение дистанционного импульсного управления объективом «Ленар» допускает упрощение конструкции мультстанка при одновременном росте производительности и значительном улучшении качества движения.

Достоинства описанной системы позволяют во многих случаях более полноценно использовать мультстанки с ограниченными конструктивными и технологическими возможностями.

Киностудия «Моснаучфильм»

# ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИНДЕКСНЫМИ ШТРИХОВЫМИ КИНЕСКОПАМИ

621.397-2

Проанализированы ошибки, возникающие при управлении цветом деталей изображений, воспроизводимых при помощи индексных кинескопов. Изложены соображения по оптимальному методу коррекции, позволяющему существенно снижать жесткие допуски на геометрическую точность растра. Приведены результаты экспериментальной проверки.

## Введение

Актуальным вопросом развития цветного телевизионного вещания является разработка кинескопов, которые были бы проще обычных трехлучевых и обеспечивали бы воспроизведение цветных изображений при некоторых допустимых усложнениях схемы приемного устройства. При этом одним из перспективных направлений является разработка «индексных» кинескопов со штриховым экраном.

Известно, что воспроизведение цветных телевизионных изображений при помощи названных кинескопов связано с обеспечением непрерывной синхронности коммутации цветных сигналов в соответствии с перемещением развертывающего пятна по экрану. Однако, как показали проведенные исследования [1—3], качественное воспроизведение цветных изображений в приемном устройстве с индексным кинескопом возможно лишь при выполнении высоких требований к линейности строчной развертки (порядка 1%) и строгой стабильности элементов фокусировки. Допустимая нелинейность строчной развертки по данным [3] составляет 0,5—1%. Очевидно, что столь высокие требования являются серьезным препятствием на пути широкого применения кинескопов данного типа в цветном телевидении.

Представляет интерес анализ причин, обусловливающих столь высокие требования, а также возможностей воспроизведения цветных изображений индексными кинескопами.

## Особенности формирования индексного сигнала

Для осуществления коммутации цветных сигналов в приемном устройстве используется система управления. Практически она выполняется в виде устройства

(рис. 1, а), на вход которого подаются с экрана кинескопа индексные сигналы положения развертывающего пятна, а сигналы, получаемые с выхода, используются для управления очередностью модуляции луча кинескопа видеосигналами основных цветов [1]. Момент появления индексных сигналов, подаваемых на вход системы управления, однозначно связан с нахождением развертывающего пятна на индексной полосе, что при известной структуре экрана является достаточным условием обеспечения своевременной коммутации цветных сигналов. Можно показать, что для правильного цветовоспроизведения изображений кинескопом с наиболее простой структурой экрана с несовмещенными индексными и цветными полосами (рис. 1, б) аналитическое выражение индексных и цветных сигналов при постоянной временной задержке в системе управления должно иметь вид [4]:

$$u_{ic}(t) = \sum_{n=0}^N U_{ic}[t - t_n]; \quad (1)$$

$$u_{ii}(t) = \sum_{n=m}^N U_{ii} \left[ t - t_{(n-m)} - (m + \sigma_{ii}) T_0 + \int_{t_{(n-m)}}^{t_{nii}} \epsilon(t) dt \right]. \quad (2)$$

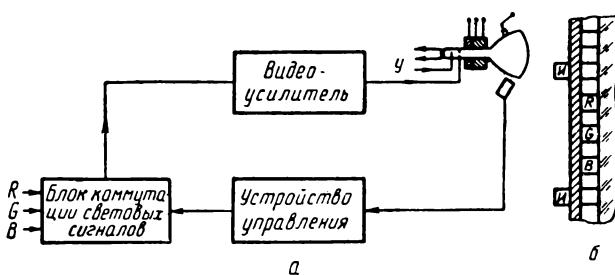


Рис. 1. Функциональная схема индексного управления (а) и структура экрана (б)

В этих выражениях  $U_{\text{ис}}(t)$  и  $U_{\text{ц}}(t)$  — функции, описывающие соответственно отдельный импульс индексного и цветного сигналов;  $T_0$  — средний период повторения индексного сигнала;  $(m + \sigma_{\text{ц}})$  характеризует временной сдвиг индексных и цветных сигналов в системе управления;  $\epsilon(t)$  — коэффициент нелинейности строчной развертки, зависящий от всех факторов, приводящих к изменению скорости развертывающего луча.

Из рассмотрения уравнений (1) и (2) следует, что для формирования цветных сигналов в соответствии с выражением (2) необходимо в системе управления с постоянной временной задержкой  $(m + \sigma_{\text{ц}})T_0$  дополнительно обеспечить переменную задержку сигнала  $\Delta\tau$ , равную

$$\Delta\tau = - \int_{t(n-m)}^{t_{\text{нц}}} \epsilon(t) dt. \quad (3)$$

Отсутствие переменной задержки сигнала в системе управления приводит к нарушению синхронности коммутации цветных сигналов с положением развертывающего луча на экране кинескопа и, следовательно, к появлению цветных искажений, величина которых зависит от коэффициента нелинейности строчной развертки  $\epsilon(t)$  в соответствии с (3). При этом допустимая величина  $\epsilon(t)$  с точки зрения качества цветовоспроизведения равна

$$\epsilon_d \leq \frac{1}{m + \sigma_{\text{ц}}} \frac{\Delta l_{\text{доп}}}{l_0}, \quad (4)$$

где:  $\Delta l_{\text{доп}}$  — допустимое смещение луча за счет изменения скорости развертки;  $l_0$  — шаг одноцветных полос на экране кинескопа.

Выражение (4) получено для системы управления, в которой отсутствуют искажения частоты индексного сигнала (система с постоянной задержкой). Однако прохождение индексного сигнала через реальные электрические звенья системы управления связано, кроме того, с появлением динамических фазовых сдвигов, приводящих к дополнительному нарушению синхронности коммутации. Определим величину допустимого изменения скорости развертки  $\epsilon_d$  для системы управления с реальными характеристиками электрических звеньев.

Для осуществления коммутации цветных сигналов в системе управления использует-

ся, как правило, гармоническая составляющая спектра последовательности (1)

$$I_{\text{вх}}(t) = E_0 \cos \left[ \omega_0 t + \omega_0 \int_0^t \epsilon(t) dt \right], \quad (5)$$

представляющая собой частотно-модулированный ЧМ сигнал с мгновенной частотой  $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_0} [1 + \epsilon(t)]$ . В общем случае сигнал на выходе системы управления может быть представлен в виде [5]

$$I_{\text{вых}}(t) = E(t) \cos \left[ \omega_0 t + \omega_0 \int_0^t \epsilon(t) dt + \Phi(t) \right]. \quad (6)$$

Сравнение выражений (5) и (6) приводит к выводу, что искажения цветовоспроизведения, связанные с нарушением синхронности коммутации цветных сигналов, определяются величиной фазовых искажений индексного сигнала  $\Phi(t)$  (влиянием изменения амплитуды можно в данном случае пренебречь).

Можно показать, что зависимость величины искажений  $\delta(t)$  от параметров индексного сигнала и коэффициента передачи  $Y(j\omega)$  системы управления имеет вид

$$\delta(t) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \varphi_c(\omega_1) + \right. \\ \left. + \arctg \frac{\omega_0 \dot{\epsilon}(t) [Y(\omega_1) \dot{\varphi}_c^2(\omega_1) - \ddot{Y}(\omega_1)]}{2Y(\omega_1) + \omega_0 \dot{\epsilon}(t) [2\dot{Y}(\omega_1) \dot{\varphi}_c(\omega_1) + Y(\omega_1) \ddot{\varphi}_c(\omega_1)]} \right\}. \quad (7)$$

В этом выражении второе слагаемое учитывает динамические фазовые сдвиги, связанные с характером изменения частоты индексного сигнала.

Применение полученного выражения позволяет решить поставленную выше задачу о допустимой величине  $\epsilon(t)$ . Действительно, полагая  $\delta_0 = \frac{\Delta l_{\text{доп}}}{l_0}$  и зная коэффициент передачи системы управления, можно из уравнения (7) определить  $\epsilon_d$ .

Таким образом, прохождение индексного сигнала через электрические цепи системы управления связано с появлением фазовых (временных) сдвигов сигнала и нарушением синхронности коммутации цветных сигналов, что приводит к значительному снижению допустимой неравномерности скорости развертывающего луча. Очевидно, что вве-

дение коррекции фазовых искажений индексного сигнала позволяет ослабить указанные выше высокие требования к элементам приемного устройства.

## Метод построения системы управления с коррекцией по входному сигналу

Предположим, что в малом интервале времени  $t_{(n-m)}, t_{n\zeta}$  скорость развертки может быть принята с достаточной точностью постоянной. Тогда выражение (3) можно представить в виде

$$\Delta\tau = -\frac{\varepsilon(t_n)}{1+\varepsilon(t_n)} (m + \sigma_n) T_0. \quad (8)$$

Полученное уравнение устанавливает связь между требуемым изменением времени появления  $n$ -го импульса цветного сигнала, необходимого для правильного цветовоспроизведения, коэффициентом нелинейности строчной развертки  $\varepsilon(t_n)$  и времени задержки сигнала в системе управления. Поэтому согласование момента появления цветных сигналов с изменением скорости развертки может быть осуществлено введением автоматической регулировки задержки индексного сигнала в системе управления.

Очевидно, что для системы управления с передаточной функцией

$$Y(j\omega) = K_0 \exp [-j\omega (m + \sigma_u) T_0] \quad (9)$$

уравнение (8) полностью описывает процесс регулирования, для выполнения которого достаточно лишь знания  $\varepsilon(t)$  изменения частоты входного индексного сигнала. При этом временная задержка сигнала в системе управления будет определяться следующим выражением:

$$\tau(t_n) = \frac{(m + \sigma_{\text{II}}) T_0}{1 + \epsilon(t_n)}. \quad (10)$$

Таким образом, принципиально система управления с коррекцией по входному сигналу при выполнении условия (10) обеспечивает качественное воспроизведение цветных телевизионных изображений независимо от изменения скорости развертывающего луча. Однако, учитывая реальные возможности обеспечения точности регулировки задержки сигнала, целесообразно оценивать предельно допустимую величину нелинейности строчной развертки для системы управления с коррекцией по входному сигналу в виде

$$\varepsilon_{\partial\kappa}(t_n) \leq \frac{\delta_0}{(m + \sigma_n)[1 - \eta(t_n)]}, \quad (11)$$

где  $\eta(t_n) \leq 1$  — коэффициент коррекции.

Рассмотрим теперь условия осуществления коррекции по входному сигналу для реальной системы управления с произвольной передаточной функцией  $Y(j\omega) = Y(\omega)e^{j\varphi_c(\omega)}$ .

Предположим, что исследуемая система квазистационарна и что создаваемый ею фазовый сдвиг  $\phi_c(\omega_0)$  на средней частоте  $\omega_0$  индексного сигнала не приводит к нарушению синхронности коммутации. Тогда при изменении скорости развертки искажения цветовоспроизведения могут быть определены величиной фазового сдвига

$$\Delta\varphi(\omega_1) = \omega_0 \varepsilon(t) \dot{\varphi}_c(\omega_0) + \frac{\omega_0^2 \varepsilon^2(t)}{2} \ddot{\varphi}_c(\omega_0) + \dots + \frac{\omega_0^3 \varepsilon^3(t)}{6} \dddot{\varphi}_c(\omega_0) + \dots \quad (12)$$

С достаточной точностью можно ограничиться двумя первыми членами ряда (12).

Таким образом, для реальной системы управления осуществление коррекции связано с изменением фазы индексного сигнала в соответствии с уравнением (12). Очевидно, что в первом приближении допустимая величина нелинейности строчной развертки для системы управления с коррекцией по входному сигналу будет равна

$$\epsilon_\theta = \frac{\delta}{f_0 \dot{\varphi}_c(\omega_0) [1 - \eta(t)]}. \quad (13)$$

Из полученного выражения следует, что для увеличения допустимого изменения скорости развертывающего луча желательно иметь минимальную крутизну фазовой характеристики системы управления.

На рис. 2 представлена блок-схема системы управления с коррекцией по входному сигналу. Индексный сигнал после усиления и ограничения подается на фазовый модулятор, на который одновременно поступает напряжение с выхода фазового (частотно-

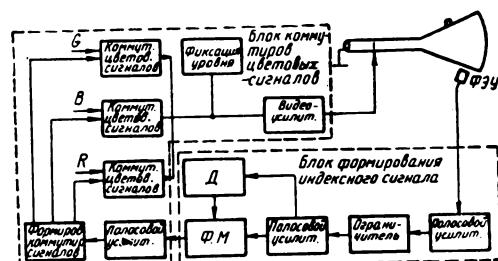


Рис. 2. Схема устройства управления с коррекцией по входному сигналу

го) детектора, пропорциональное  $\varepsilon(t)$ . Очевидно, что процесс регулирования фазы, или, иначе, результирующая характеристика элементов детектор — модулятор, должна удовлетворять уравнению (12). Для выполнения этого условия целесообразно использовать элемент согласования, в качестве которого может быть применен нелинейный усилитель. Методы согласования характеристик аналогичны известным в автоматике и телевидении.

Для системы управления, в которой в качестве избирательных звеньев применены фильтры нижних частот типа « $m$ », результирующая фазовая характеристика в интересующей нас полосе частот  $\Delta\omega$  ( $\Delta\omega > 2\epsilon_{\max}\omega_0$ ) достаточно точно описывается выражением

$$\varphi_c(\omega) = \varphi_0 \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2.$$

При этом уравнение (12) приводится к виду

$$\Delta\varphi(\omega_1) = 2\varphi_0\varepsilon(t) + \varphi_0\varepsilon^2(t). \quad (14)$$

Для широкого диапазона значений  $\varepsilon(t)$  характеристика коррекции оказывается линейной, что значительно облегчает условия согласования характеристик или вообще исключает необходимость элемента согласования (при линейной характеристике детектор — модулятор).

В общем случае повышение синхронности коммутации цветных сигналов в системе управления с коррекцией по входному сигналу определяется главным образом точностью выполнения условия (12) и стабильностью характеристик системы. Очевидно, что изменение характеристик системы при заранее заданном уравнении коррекции неизбежно приводит к снижению качества управления. Это является основным недостатком систем управления с коррекцией по входному сигналу. Кроме того, рассмотренная система не может корректировать динамические ошибки цветовоспроизведения, определяемые характером изменения скорости развертывающего луча и динамическими свойствами электрических звеньев системы.

## Метод построения системы управления с коррекцией по сигналу ошибки

Принципиальное отличие данного метода коррекции от известных [2, 3] и системы управления с коррекцией по входному

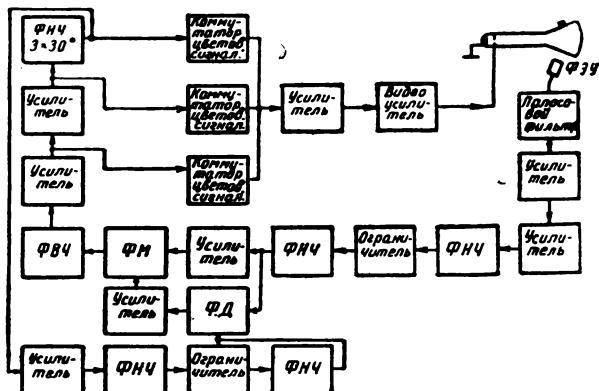


Рис. 3. Схема устройства управления с коррекцией по сигналу ошибки

сигналу заключается в том, что системы управления с коррекцией по сигналу ошибки «следят» за точностью коммутации цветных сигналов и в соответствии с этим осуществляют коррекцию индексного сигнала. Поэтому такая система управления позволяет обеспечивать синхронность коммутации с учетом всех указанных выше факторов.

На рис. 3 представлена блок-схема устройства управления с коррекцией по сигналу ошибки. Очевидно, что для получения напряжения, соотвествующего сигналу ошибки, необходимо сравнивать сигналы непосредственно на входе и выходе устройства. Однако из-за значительного изменения амплитуд сигналов их непосредственное использование в фазовом (или временному) детекторе не представляется возможным. В связи с этим в схеме осуществляется сравнение сигналов в некоторых промежуточных точках, оставшиеся же звенья системы управления моделируются в цепи обратной связи.

Для рассматриваемой системы величина фазовой ошибки  $\Delta\phi_0$  определяется выражением

$$\Delta\varphi_0 = \frac{\Delta\varphi_\Sigma}{1 + \mu S_\nu S_\pi}. \quad (15)$$

Из этого выражения следует, что суммарный фазовый сдвиг, появляющийся за счет изменения скорости развертки и нестабильности характеристик системы управления, уменьшается в соответствии с коэффициентом усиления петли обратной связи (при работе на линейном участке характеристик детекторов ( $S_d$ ), усилителя ( $\mu$ ) и фазового модулятора ( $\hat{S}_m$ )).

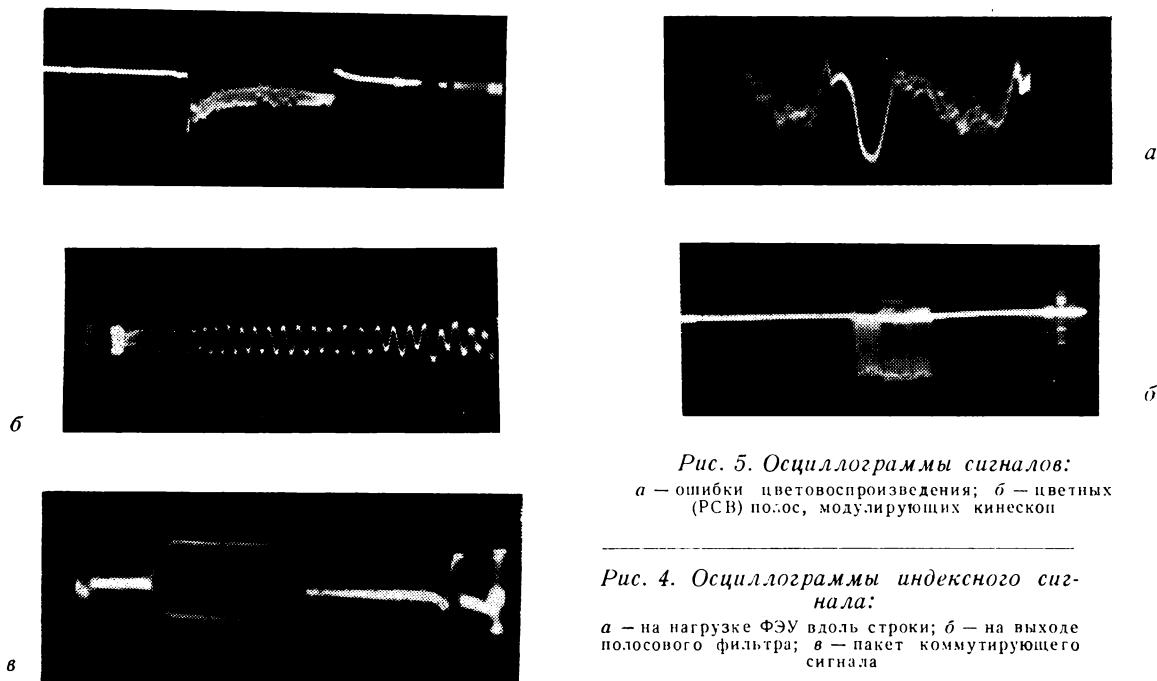


Рис. 5. Осциллограммы сигналов:  
а — ошибки цветовоспроизведения; б — цветных  
(PCB) полос, модулирующих кинескоп

Рис. 4. Осциллограммы индексного сигнала:

а — на нагрузке ФЭУ вдоль строки; б — на выходе  
полосового фильтра; в — пакет коммутирующего  
сигнала

Очевидно, что система управления с коррекцией по сигналу ошибки более стабильна в работе и обеспечивает более высокую точность коммутации цветных сигналов по сравнению с системой управления с коррекцией по входному сигналу. Поэтому выбор метода построения системы управления определяется требованиями качества воспроизведения цветных изображений и допустимыми усложнениями схемы приемного устройства.

Экспериментальное исследование системы управления с коррекцией по сигналу ошибки проводилось на воспроизводящем устройстве с лабораторным образцом индексного кинескопа, структура экрана которого аналогична изображенной на рис. 1, б. В качестве индексного люминифора использовался геленит.

На рис. 4 показаны осциллограммы индексного сигнала.

Напряжение сигнала ошибки, показанное на осциллограмме рис. 5, после дополнительного усиления используется в фазовом модуляторе для коррекции индексного сигнала.

В результате исследования было установлено, что система управления с коррекцией по сигналу ошибки обеспечивает качествен-

ное цветовоспроизведение при нелинейности строчной развертки более 10%.

Таким образом, использование разработанных принципов построения систем управления приемного устройства с индексным кинескопом приводит к решению одного из основных вопросов индексного метода, т. е. к снижению требований к элементам разверток, а также к стабильности и искажениям размеров раstra. Это позволяет надеяться на возможность широкого применения индексных кинескопов в приемных устройствах цветного телевидения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Однолько В. В., Сборник трудов к 25-летию кафедры телевидения, Ленинградский электротехнический институт связи имени М. А. Бонч-Бруевича, 1962.
2. Barnett G., Bingley F. and others, IRE Convention Record, 1956, part 3.
3. Graham R., Justece J., Oxenham J., Proc. Inst. Electr. Eng., 1961, **108**, № 41.
4. Шерайзин С. М., Техника кино и телевидения, 1964, № 12.
5. Однолько В. В., Шерайзин С. М., Труды научно-технической конференции, кафедра телевидения, вып. 2, изд. ЛЭИСа, 1965.

Ленинградский электротехнический  
институт связи им. М. А. Бонч-Бруевича

# ДЕМОДУЛЯТОР ВИДЕОМАГНИТОФОНА

621.397.642

Рассмотрен частотный демодулятор УКВ-диапазона, входящий в состав аппаратуры видеомагнитофона. Проведено его сравнение с описанными в литературе демодуляторами.

## Введение

Запись и воспроизведение изображения современными видеомагнитофонами предусматривает обратимое преобразование телевизионного сигнала в частотно-модулированный, причем принципы, положенные в основу схем преобразования, существенно определяют качество видеозаписи.

В настоящее время известны два принципа построения схем демодуляции: схема непосредственного преобразования ЧМ-сигнала и схема с переносом ЧМ-спектра в диапазон УКВ. Непосредственная демодуляция ЧМ-сигнала связана с определенными трудностями [1]. Основная трудность заключается в сравнительно низком положении несущей частоты ЧМ-колебания, которая выбирается из условия, чтобы ЧМ-спектр возможно полнее укладывался в полосу пропускания системы «магнитная головка — лента». С точки зрения оптимального отношения сигнала к шуму выбор девиации ЧМ-колебания не может быть произвольным. Опытом установлено, что приемлемые величины девиации лежат в районе 1—2,5 Мгц при несущей частоте 5—7 Мгц. В процессе демодуляции ЧМ-сигнала с такими параметрами возникают интерференционные искажения за счет возбуждения в ограничителе множества взаимоперекрывающихся спектров.

Качество непосредственной демодуляции существенно улучшается за счет подавления вторых гармоник мгновенной частоты исходного сигнала. Подобная операция осуществляется в симметричном баланском ограничителе. Однако из-за отсутствия абсолютной симметрии на выходе подобного многокаскадного ограничителя всегда имеется некоторый уровень вторых гармоник. Последнее проявляется на изображении в виде «муара», сильно снижающего качество изображения.

Принципиально уменьшить «муар» позволяет демодулятор с переносом спектра [2]. В таком демодуляторе исходный ЧМ-сигнал переносится в УКВ-диапазон, где ограничивается. Возникающие гармоники лежат на-

столько далеко друг от друга, что легко могут быть отфильтрованы резонансными контурами. Более глубокое рассмотрение показывает, что и здесь остается опасность интерференционных помех, однако они могут быть легко сведены к допускаемому уровню путем соответствующих мер, применяемых в ограничителе [3].

Сравнение двух типов демодуляторов показывает, что демодулятор с переносом спектра более сложен, труден в настройке, а незначительное снижение требований к регулировке приводит к тому, что схема утрачивает преимущества перед демодулятором с непосредственным преобразованием. Поэтому заслуживают внимания меры, направленные на упрощение схемы и настройки демодулятора с переносом спектра. Эти меры осуществлены в демодуляторе УКВ-диапазона, разработанном ВНИИРТом.

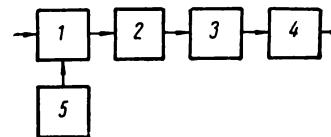


Рис. 1. Блок-схема демодулятора видеомагнитофона:  
1 — смеситель; 2 — фильтр;  
3 — ограничитель; 4 — частотный детектор; 5 — гетеродин

Блок-схема демодулятора показана на рис. 1. В отличие от демодулятора, описанного в [2], роль отдельных элементов блок-схемы изменена. Необходимость таких изменений показана ниже.

## Полоса пропускания видеомагнитофона с демодулятором УКВ-диапазона

Сигнал, поступающий на вход демодулятора, имеет значительную паразитную амплитудную модуляцию непериодического характера. Вследствие частичного подавления верхней боковой полосы ЧМ-спектра возникает также дополнительная амплитудная модуляция [4]. Опыт показывает, что при наличии современных магнитных лент, головок и кинематики паразитную модуля-

цию устраняет ограничитель с диапазоном нивелирования от 50 до 60 дБ.

Особого внимания заслуживают вопросы, связанные с разрешающей способностью видеомагнитофона. При частичном подавлении одной из боковых полос ЧМ-спектра полезный сигнал искажается. Это искажение устраняет ограничитель. Если ЧМ-спектр ограничивается с двух сторон, то часть информации теряется.

При непосредственной демодуляции сквозная частотная характеристика видеомагнитофона определяется в основном характеристикой системы «головка — лента», в результате чего теряются только компоненты спектра в диапазоне от 0 до 0,5 МГц.

В демодуляторе с переносом спектра полезный сигнал после смесителя выделяется полосовым фильтром (рис. 2), при этом одновременно подавляется частота гетеродина. Как показано в [3], фильтрация частоты гетеродина без ухудшения качества демодуляции возможна полосовым фильтром с крутизной среза 100 дБ/МГц. С другой стороны, сужение полосы пропускания канала записи — воспроизведения будет отсутствовать при срезе фильтра на стороне частоты гетеродина менее 0,5 МГц.

Чтобы снизить крутизну среза фильтра до 60 дБ/МГц [2], применяют балансный смеситель с высокой степенью симметрии и допускают срез в 1 МГц, что ведет к сужению сквозной амплитудно-частотной характеристики аппарата видеозаписи. В демодуляторе УКВ-диапазона, разработанного ВНИИРТом, существенно снижена крутизна среза фильтра без уменьшения разрешающей способности тракта, а также исключен балансный смеситель. Возможность таких изменений становится ясной при рассмотре-

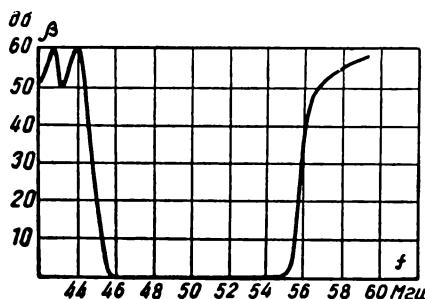


Рис. 2. Частотная характеристика полосового фильтра, выделяющего полезный сигнал после смесителя

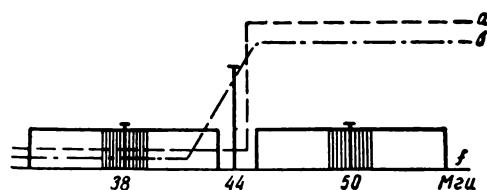


Рис. 3. Условный спектр сигнала промежуточной частоты

ния механизма преобразования ЧМ-сигнала.

При воздействии ЧМ-сигнала на смеситель с активной нагрузкой возникает сигнал промежуточной частоты, условный спектр которого показан на рис. 3. На спектре заштрихована область девиации. Так как на входе смесителя средняя несущая частота ЧМ-колебания составляет 5—6 МГц, а частота гетеродина примерно в десять раз выше, то на выходе смесителя возникает сигнал, который имеет форму, показанную на рис. 4. Следовательно, при подаче на ограничитель двух боковых полос спектра полезная информация, заключенная в ЧМ-сигнале, пропадает и проходит только частота гетеродина.

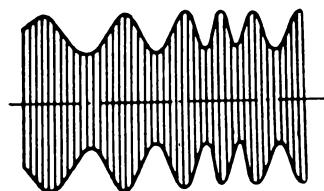


Рис. 4. Форма сигнала на выходе смесителя

Пропустим сигнал промежуточной частоты через четырехполюсник с амплитудно-частотной характеристикой, изображенной на рис. 3 (кривая a). Последний может быть представлен в виде двух, параллельно включенных, четырехполюсников с характеристиками, показанными на рис. 5, а и б. Спектры сигналов на выходе первого и второго четырехполюсника изображены на рис. 6, а и б.

После ограничения сигнала, спектр которого показан на рис. 6, а, остается напряжение гетеродина. Это направление, воздействуя на частотный детектор, создает на его выходе постоянный подпор. Если его величина не превышает 0,1 амплитуды видеосигнала, то качество изображения не ухудшает-

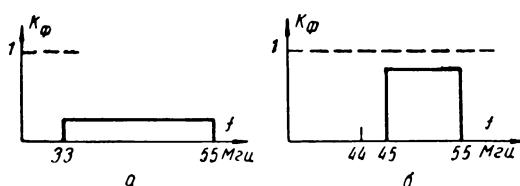


Рис. 5. Амплитудно-частотные характеристики четырехполюсников

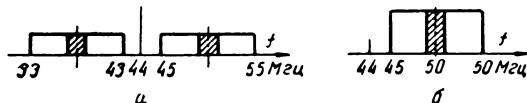


Рис. 6. Спектры сигналов на выходе четырехполюсника с характеристикой вида рис. 3, а

ся. Это справедливо, если частота гетеродина стабильна. Паразитная модуляция гетеродина замешивается в телевизионный сигнал и проявляется на изображении. Последнее обстоятельство требует стабилизации гетеродина квадратом.

Сигнал, соответствующий спектру, изображеному на рис. 6, б, является полезным.

Если характеристика четырехполюсника выбрана такой, как показано на рис. 3 (кривая б), то, проводя аналогичные построения, получим спектры, изображенные на рис. 7, а и б. Полезный ЧМ-спектр на выходе ограничителя становится несимметричным. При работе «по кольцу», когда модулятор и демодулятор непосредственно соединены друг с другом, это явление заметить нельзя, так как ограничитель выравнивает спектр, устраняя высокочастотную амплитудную модуляцию, сопровождающую ЧМ-спектр с частично подавленной боковой полосой.

Когда на демодулятор поступает сигнал с магнитной ленты, то верхняя боковая полоса его спектра уже частично подавлена. После переноса его в диапазон УКВ спектр ограничивается с двух сторон, а это приводит к искажениям полезного сигнала, причем возникают нелинейные искажения и захват верхних частот. Разрешающая способ-

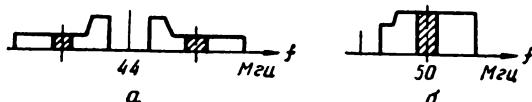


Рис. 7. Спектры сигналов на выходе четырехполюсников с характеристикой вида рис. 3, б

ность видеомагнитофона уменьшается. Таким образом, высокая крутизна среза амплитудно-частотной характеристики принятого селектора необходима не только по соображениям глубокого подавления частоты гетеродина, но для обеспечения необходимой разрешающей способности видеомагнитофона.

Использование в качестве селектора фильтра высоких частот не обеспечивает необходимого качества воспроизведения записей. В трактах, предшествующих смесителю, и в нем самом всегда образуется некоторый уровень вторых гармоник мгновенных частот исходного сигнала. Эти гармоники эффективно подавляются фильтром низких частот, причем тем лучше, чем выше крутизна среза фильтра. Таким образом, изложенные рассуждения приводят к необходимости использования в качестве селектора промежуточной частоты симметричного полосового фильтра. Однако, как уже указывалось выше, использование этого фильтра для подавления частоты гетеродина приводит к его чрезмерному усложнению.

В разработанном демодуляторе УКВ-диапазона основное подавление частоты гетеродина осуществляется в ограничителе, что позволяет выполнить полосовой фильтр весьма просто.

### Смеситель

Смеситель демодулятора выполнен по схеме односеточного смесителя (рис. 8). Его особенностью является использование лампы с характеристикой крутизны, имеющей S-образную форму (рис. 9).

Смещение выбирается таким, чтобы рабочая точка делила характеристику на две симметричные части. В этом случае на выходе смесителя в промежуточной частоте не будет четных гармоник исходного сигнала

$$\omega_{\text{пр}} = \omega_{\text{гет}} + \omega_{\text{сигн}} (2n - 1).$$

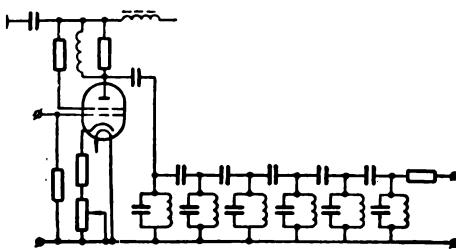


Рис. 8. Смеситель демодулятора

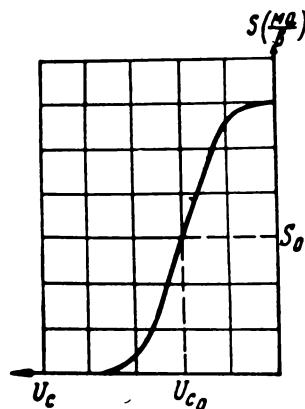


Рис. 9. Характеристика крутизны лампы смесителя

Последнее справедливо при

$$\left| \frac{V_{\text{сигн}}}{V_{\text{гет}}} \right| > 1;$$

$$|V_{\text{сигн}} + V_{\text{гет}}| < \frac{V_{\text{см}}}{2},$$

где  $V_{\text{сигн}}$  — амплитуда сигнала на управляющей сетке смесителя;  $V_{\text{гет}}$  — амплитуда частоты гетеродина на входе смесителя;  $V_{\text{см}}$  — напряжение смещения.

Если на управляющую сетку смесителя подать напряжение сигнала  $u_{\text{сигн}}$  и напряжение гетеродина  $u_{\text{гет}}$ , то на выходе его возникнет сигнал промежуточной частоты с амплитудой, определяемой анодной нагрузкой  $R_a$  и крутизной преобразования  $S_{\text{пр}}$ .

$$u_{\text{пр}} = u_{\text{сигн}} R_a S_{\text{пр}}.$$

Одновременно на выходе будет присутствовать напряжение частоты гетеродина с амплитудой

$$u_{\text{гет. вых}} = u_{\text{гет}} R_a S_0.$$

Здесь  $S_0$  — крутизна характеристики в рабочей точке.

Отношение амплитуды промежуточной частоты к амплитуде частоты гетеродина на выходе смесителя будет равно

$$\frac{u_{\text{пр}}}{u_{\text{гет. вых}}} = \frac{u_{\text{сигн}}}{u_{\text{гет}}} \cdot \frac{S_{\text{пр}}}{S_0}.$$

В данном демодуляторе осуществлен следующий режим смесителя:

$$V_{\text{сигн}} = 10V_{\text{гет}},$$

$$S_{\text{пр}} = 0,25S_0.$$

Таким образом

$$\frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{гет. вых}}} = 2,5.$$

Если сравнить описанный смеситель с обычным односеточным смесителем, работающим в общепринятом режиме преобразования, т. е.

$$V'_{\text{сигн}} = 0,1V'_{\text{гет}};$$

$$S_{\text{пр}} = 0,25S_0,$$

то

$$\frac{V'_{\text{пр}}}{V'_{\text{гет. вых}}} = 0,025.$$

В этом случае напряжение, даваемое гетеродином, намного превышает напряжение промежуточной частоты. Достигнуть такого же результата, как в предыдущем случае, можно только в смесителе, выполненном по балансной схеме с глубиной подавления частоты гетеродина в 100 раз.

Напряжение промежуточной частоты рассматриваемого смесителя пропорционально входному сигналу. Максимальная амплитуда сигнала равна половине размаха анодно-сеточной характеристики лампы, а так как характеристика крутизны лампы имеет S-образную форму, то при максимальных уровнях входного сигнала смеситель будет ограничивать сигнал промежуточной частоты. При полной симметрии характеристики крутизны лампы четные гармоники исходного сигнала в промежуточной частоте будут отсутствовать и смеситель не будет являться источником интерференционных помех. Это принципиально отличает его от известных смесителей-ограничителей [5]. Ограничение промежуточной частоты в смесителе позволяет уменьшить диапазон нивелирования основного ограничителя, а следовательно, дополнительно снизить требования к фильтрации частоты гетеродина.

Дополнительным преимуществом примененного смесителя является усиление промежуточной частоты, т. е.

$$\frac{u_{\text{пр}}}{u_{\text{сигн}}} > 1.$$

Таким образом, смеситель, примененный в демодуляторе, выполняет одновременно следующие функции: а) балансного преобразования спектра сигнала, б) усиления промежуточной частоты, в) ограничения сигнала.

Вопросы, связанные с интерференционными искажениями в смесителе, требуют специального исследования, так как абсолютная симметричность характеристики

крутизны лампы мало вероятна, а рабочая точка зависит от режима питания лампы.

Согласно общей теории преобразования, мгновенная амплитуда промежуточной частоты равна

$$u_{\text{пр}} = \frac{dS}{du_c} u_c u_{\text{рет}} R_a,$$

где  $S$  — крутизна анодно-сеточной характеристики лампы;  $u_c$  — напряжение сигнала;  $R_a$  — нагрузка смесителя.

$S$ -образную характеристику крутизны аппроксимируем синусоидой.

$$S = S_0 + S_0 \sin \pi \frac{u_c + V'_{\text{см}}}{-V_{\text{см}}},$$

где  $S_0$  и  $V_{\text{см}}$  (см. рис. 9).  $V'_{\text{см}}$  — произвольно установленное смещение.

В случае принятой аппроксимации

$$u_{\text{пр}} = -\frac{\pi}{V_{\text{см}}} S_0 R_a u_c u_{\text{рет}} \cos \pi \frac{u_c + V'_{\text{см}}}{-V_{\text{см}}}.$$

Пусть входной сигнал меняется по синусоидальному закону, что справедливо для квазистатического режима

$$u_c = V_c \sin(\omega_c t + \varphi_c);$$

$$u_{\text{рет}} = V_{\text{рет}} \sin(\omega_2 t + \varphi_2),$$

тогда

$$\begin{aligned} u_{\text{пр}} = & -S_0 \frac{\pi}{V_{\text{см}}} R_a V_c V_{\text{рет}} \sin(\omega_c t + \varphi_c) \times \\ & \times \sin(\omega_2 t + \varphi_2) \times \\ & \times \cos \pi \left[ \frac{V_c}{V_{\text{см}}} \sin(\omega_c t + \varphi_c) + \frac{V'_{\text{см}}}{V_{\text{см}}} \right] = \\ = & -S_0 R_a \frac{\pi}{V_{\text{см}}} V_c V_{\text{рет}} \times \\ & \times \sin(\omega_c t + \varphi_c) \sin(\omega_2 t + \varphi_2) \times \\ & \times \left[ \cos \pi \frac{V_c}{V_{\text{см}}} \cdot \sin(\omega_c t + \varphi_c) \times \right. \\ & \times \cos \pi \frac{V'_{\text{см}}}{V_{\text{см}}} - \sin \pi \frac{V_c}{V_{\text{см}}} \times \\ & \left. \times \sin(\omega_c t + \varphi_c) \sin \pi \frac{V'_{\text{см}}}{V_{\text{см}}} \right]. \end{aligned}$$

Разложим функции синуса и косинуса в ряд.

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots;$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$$

Первый член разложения косинуса дает амплитуду промежуточной частоты

$$u_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \sin[(\omega_c + \omega_{\text{рет}}) t + \varphi_{\text{пр}}].$$

Первый член разложения синуса определяет значение амплитуды вида

$$u_{\text{м}} = V_{\text{м}} \sin[(2\omega_c + \omega_2) t + \varphi_{\text{пр}}'].$$

Эта составляющая приводит к образованию «муара».

Согласно изложенному выше:

$$\frac{u_{\text{м}}}{u_{\text{пр}}} = \operatorname{tg} \pi \frac{V'_{\text{см}}}{V_{\text{см}}}.$$

При отклонении на  $\pm 10\%$  напряжения, питающего накал лампы смесителя, последнее отношение достигает 6%, что недопустимо много. Однако этот результат завышен, так как реальная характеристика крутизны лампы в рабочей точке близка к прямой. Далее, «муар» существенно уменьшается после фильтра смесителя. Наконец, питание накала смесителя должно быть стабилизировано. В этом случае, как показывает экспериментальное исследование смесителя, интерференционные помехи, даваемые им, малы.

### Фильтр смесителя

Конструктивно смеситель демодулятора выполнен в виде отдельного экранированного блока, в который входят каскады предварительного усиления ЧМ-сигнала и буфер гетеродина. Нагрузкой смесителя служит фильтр, состоящий из одинаковых контуров, связанных через емкости. Это наиболее простой из всех известных фильтров, обладающий хорошими электрическими качествами и легкостью регулировки. Анализ свойств фильтра, состоящего из ряда одинаковых контуров, проводится как на основе теории лестничных схем, так и на основе теории связанных контуров. Общий анализ подобного фильтра в том и другом случае достаточно сложен, а результаты настолько громоздки, что наиболее полно изучены только фильтры с 3—4 контурами [5]. Для ряда практических целей решения подобной задачи в общем виде зачастую не требуется. В смесителе демодулятора необходимо, например, иметь фильтр со строго равномерной характеристикой в полосе пропускания (волнистость характеристики меньше 0,5 дБ). В этом случае анализ фильтра с контурами, настроенными на одну частоту, существенно упрощается.

Рассмотрим последовательное соединение одинаковых резонансных контуров. Частот-

ная характеристика одиночного контура выражается уравнением [5]:

$$K_{\Phi_1} = \frac{Q}{\sqrt{1 + (yQ)^2}},$$

где:  $y$  — относительная расстройка;  $y = \frac{f}{f_p} - \frac{f_p}{f}$ ;  $f_p$  — резонансная частота;  $Q$  — добротность.

Частотная характеристика резонансного трансформатора с критической связью также известна [5].

$$K_{\Phi_2} = \frac{\frac{1}{2} Q_s}{\sqrt{1 + \frac{1}{4} (yQ_s)^4}} = \frac{Q}{\sqrt{1 + 4(yQ)^4}}.$$

Здесь  $Q_s$  — добротность контуров трансформатора.

Функция  $K_{\Phi_2}(y)$  может быть преобразована в функцию  $K_{\Phi_1}(y)$  путем простого преобразования системы координат.

Обозначим новую систему координат через  $K_{\Phi_2}$ ,  $\tilde{y}$ ,  $\tilde{Q}$ , тогда

$$4(yQ)^4 = (\tilde{y}\tilde{Q})^2,$$

$$\tilde{y}\tilde{Q} = 2(yQ)^2.$$

В новой системе координат  $K_{\Phi_2}(\tilde{y})$  соответствует  $K_{\Phi_1}(y)$ , т. е. характеристике одиночного резонансного контура.

Связем две системы  $K_{\Phi_2}(\tilde{y})$  друг с другом критической связью, при этом в системе координат  $K_{\Phi_2}(\tilde{y})$  получим частотную характеристику резонансного трансформатора с критической связью

$$K_{\Phi_4}(\tilde{y}) = \frac{\tilde{Q}}{\sqrt{1 + 4(\tilde{y}\tilde{Q})^4}}.$$

Возвращаясь к прежней системе координат, получим частотную характеристику четырехконтурного полосового фильтра. В системе координат  $K_{\Phi_4}(y)$  это будет частотная характеристика четырехконтурного полосового фильтра

$$K_{\Phi_4}(y) = \frac{\frac{1}{4} Q}{\sqrt{1 + 64(yQ)^4}}.$$

Проводя подобные рассуждения дальше, получим общую формулу частотной ха-

теристики  $n$ -контурного фильтра

$$K_{\Phi_n}(y) = \frac{\frac{Q}{n}}{\sqrt{1 + \frac{1}{4} (2yQ)^{2n}}}. \quad (1)$$

Рассуждения проводились для  $n = 1, 2, 4, 8, 16 \dots$ , однако можно показать, что полученная закономерность справедлива для любого  $n$ .

Добротность ячейки фильтра найдется из формулы (1), если известно значение  $y_0$ , соответствующее уровню 0,707.

$$1 + \frac{1}{4} (2y_0Q)^{2n} = 2;$$

$$Q = \frac{2^{\frac{n}{2}}}{2y_0}. \quad (2)$$

Ослабление за пределами полосы пропускания

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{y}{y_0}\right)^{2n}}}. \quad (3)$$

Ослабление сигнала в полосе пропускания

$$\beta_0 = \frac{Q}{n} = \frac{2^{\frac{n}{2}}}{2ny_0}.$$

В демодуляторе УКВ-диапазона применен 6-контурный фильтр. Согласно формуле (3), он подавляет девиацию частоты в районе 38 МГц (см. рис. 3) на 54 дБ. Хотя, как уже указывалось выше, крутизна среза такого фильтра недостаточна для обеспечения требуемой разрешающей способности видеомагнитофона, тем не менее по условиям настройки и эксплуатации демодулятора требуется возможность подсоединения смесителя непосредственно к частотному детектору. В этом случае выделение промежуточной частоты обеспечивается рассмотренным выше фильтром. Его основным преимуществом является возможность использования контуров с низкой добротностью (см. формулу (2) и катушек с малой индуктивностью (0,2—0,5 мкГн). Это позволяет выполнить фильтр малых размеров или применить печатный монтаж.

### Ограничитель

Ограничитель демодулятора состоит из пяти идентичных усилительно-ограничительных каскадов на лампах 6Ж9П (рис. 10).

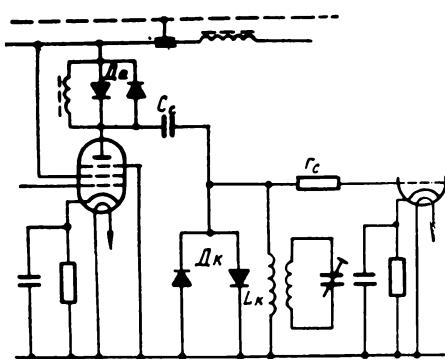


Рис. 10. Каскад ограничителя демодулятора

Контур  $(L_k C_k)$ , настроенный на частоту  $50 \text{ МГц}$ , шунтируется диодами  $D_k$  (типа Д-13). При увеличении входного сигнала диоды  $D_k$  уменьшают добротность контура, вследствие чего коэффициент усиления каскада падает, а полоса пропускания расширяется. Как показано в [3], для уменьшения искажения сигнала и увеличения устойчивости ограничителя необходимо, чтобы полоса пропускания каскада не превышала определенной величины. Целям стабилизации полосы пропускания служат диоды  $D_a$  (типа Д-18), шунтирующие контур через конденсатор  $C_a$ , емкость которого вполне определена. Принцип действия и пример расчета этой схемы подробно изложен в [3].

Диапазон нивелирования пятикаскадного ограничителя составляет  $60 \text{ дБ}$  при полосе пропускания  $30 \text{ МГц}$ .

В каждом каскаде ограничителя использованы режекторные контуры, настроенные на частоту гетеродина. Возможность использования режекторов в ограничителе и эффект, даваемый ими, показан в [3]. Падение частоты гетеродина, даваемое всеми режекторными контурами, составляет  $30 \text{ дБ}$ , что позволяет снизить крутизну среза полосового фильтра на стороне частоты гетеродина с  $60$  до  $30 \text{ дБ}$ . Максимальная полоса режекции не превышает  $1,0 \text{ МГц}$ .

Сопротивление  $r_c$ , включенное последовательно в управляющие сетки ламп, выполняет две функции: шунтирует контур каскада для получения определенной полосы пропускания и устраняет возможность СВЧ-генерации.

### Частотный детектор

В демодуляторе с переносом спектра использован частотный детектор дифференциального типа с взаимно расстроенными контурами. В демодуляторах радиорелейных линий такого же типа детектор применяется, как правило, по схеме питания от двух ламп, включенных противофазно [6]. В [7] обоснована возможность построения простой схемы частотного детектора, питаемой от одной лампы, на полосу  $12 \text{ МГц}$  при высоком коэффициенте передачи.

В детекторе применены диоды Д-18, которые выбраны по соображениям малой пропускной емкости, что позволяет уменьшить емкость нагрузки дискриминатора. Последнее позволяет соединять дискриминатор непосредственно с видеоусилителем, не опасаясь уменьшения динамической характеристики частотного детектора, причем отсутствие корректирующих цепей благоприятно сказывается на переходной характеристике демодулятора.

В демодуляторе с непосредственным преобразованием в качестве дискриминатора использован фазовый детектор с линией задержки. При детектировании на выходе этого детектора возникают вторые гармоники частот, лежащих в области девиации. Например, если уровню строчных синхропульсов соответствует частота  $4,5-4,8 \text{ МГц}$ , то на этих же импульсах после демодуляции будет наложена частота  $9-9,6 \text{ МГц}$ . Это явление ослабляется введением в схему детектора симметрирующих элементов, а также фильтра НЧ, устанавливаемого за детектором. Фильтр должен иметь линейную фазовую характеристику.

Опыт работы с демодуляторами такого типа показывает, что осуществить полное симметризирование детектора во всем диапазоне частот девиации невозможно, поэтому телевизионный сигнал на выходе демодулятора всегда загрязнен высокочастотными компонентами интерференционного происхождения.

Эти компоненты ухудшают восприятие изображения так же, как и шум, делая картину серой, мало контрастной.

При детектировании ЧМ-сигнала, перенесенного в УКВ-диапазон, подобных явлений не возникает, поэтому дискриминатор не нуждается в оперативном симметризировании и отпадает необходимость в фильтре низких частот.

### Заключение

Первоначальный вариант демодулятора УКВ-диапазона содержал только один полосовой фильтр, описанный в работе. В целом схема работала удовлетворительно, однако разрешающая способность ее была недостаточна. При установке дополнительного полосового фильтра с крутизной среза 30  $\text{дБ}/\text{МГц}$  сквозная частотная характеристика демодулятора в динамическом режиме достигала 5  $\text{МГц}$ .

Сравнительные испытания демодуляторов с непосредственным преобразованием и с переносом спектра частот показали, что в последнем отсутствуют помехи типа «муар», уменьшены нелинейные искажения, повышена помехозащищенность демодулятора в рабочем режиме.

Наряду с этим схема демодулятора УКВ-диапазона оказалась проще известных в настоящее время схем демодуляторов и реализуется с меньшим количеством ламп.

В результате применения резекторных контуров в ограничителе, с помощью которых можно подавлять частоту гетеродина во всей области его нестабильности, схема стабилизации гетеродина кварцем оказалась

ненужной. Кроме того, в разработанном демодуляторе исключена оперативная регулировка симметрии ограничителя и детектора. Это привело к увеличению его эксплуатационной надежности, что особенно важно для многоблочной аппаратуры видеозаписи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В. Ф., Риккен А. А., Техника кино и телевидения, 1963, № 4.
2. Фикс Х., Габерман, Преобразователь модулятор-демодулятор для магнитной записи телевизионных изображений, Rundfunktechnische Mitteilungen, 1960, № 6.
3. Богословский Ю. Л., Ограничение ЧМ-сигнала, Сб. трудов ВНИИРТ, 1965, № 3.
4. Воробьев В. Ф., Техника кино и телевидения, 1960, № 12.
5. Чистяков Н. И., Сидоров В. М., Мельников В. С., Радиоприемные устройства, Связьиздат, 1959.
6. Фаго Ж., Мань Ф., Частотная модуляция в радиорелейных линиях, Советское радио, 1964.
7. Богословский Ю. Л., Исследование частотного детектора дифференциального типа с взаимно расстроенными контурами, Сб. трудов ВНИИРТ, 1964, № 1 (11).

Всесоюзный научно-исследовательский институт магнитной записи и технологии радиовещания и телевидения

# НОВАЯ ФОРМА СИНХРОСИГНАЛА ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ

621.397.335

Рассмотрена новая форма синхросигнала, предназначенного для телевизионных систем с передачей сигналов звукового сопровождения в интервалах обратного хода. Новая форма синхросигнала позволяет избавиться от помехи синхронизирующего сигнала в канале звукового сопровождения, а также от влияния звукового сигнала на качество синхронизации.

В настоящее время в телевидении известно несколько способов передачи сигналов звукового сопровождения, отличающихся большей экономичностью по сравнению со способом, принятым для вещательных систем [1, 2]. Эти способы основаны на использовании избыточности стандартного телевизионного сигнала. Известные виды избыточности телевизионного сигнала могут быть условно разбиты на три категории:

- 1) статистическая избыточность;
- 2) физиологическая избыточность;
- 3) конструкционная избыточность.

При уплотнении спектра телевизионного сигнала сигналами звукового сопровождения наибольший интерес представляет последний вид избыточности. Под конструкционной избыточностью следует понимать тот факт, что для передачи информации о фазах и частотах генераторов кадровых и строчных разверток используется более 20% всей пропускной способности телевизионного канала, в то время как для этого достаточно в тысячу раз меньшей ее доли. При достаточно высокой стабильности местных задающих генераторов можно было бы совсем отказаться от передачи сигналов синхронизации и воссоздать их в месте приема с помощью автономного синхрогенератора.

Конструкционная избыточность обеспечивает принципиальную возможность передачи сигналов звукового сопровождения в той же полосе частот, что и сигналы изображения без применения дополнительной несущей, в течение времени обратного хода, методами импульсной модуляции. Применение помехоустойчивых видов импульсной модуляции позволяет добиться высококачественного звукового сопровождения.

Один из простейших известных способов передачи звуковых сигналов в интервалах обратного хода заключается в применении

широкото-импульсной модуляции строчного синхронизирующего импульса. При этом модуляция осуществляется таким образом, что положение фронта импульса определяет фазу колебания генератора строчной развертки на передающем конце, а временное положение спада импульса меняется в соответствии с напряжением звукового сигнала (рис. 1). В результате получается односторонняя широкото-импульсная модуляция. Главным достоинством этого способа является простота отделения звукового сигнала, которое может быть осуществлено с помощью обычного амплитудного селектора. Однако этому способу присущи существенные недостатки:

1) низкая помехоустойчивость, объясняющаяся тем, что для передачи звукового сигнала используется всего 25% общего размаха видеосигнала;

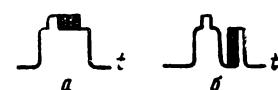
2) ухудшение качества чересстрочной развертки из-за нарушения симметрии кадровых синхронизирующих импульсов для четных и нечетных полукадров. Нарушение симметрии происходит в связи с тем, что импульсы, несущие сигналы звукового сопровождения, следуют с одинарной строчной частотой;

3) уравнивающие импульсы и кадровые синхронизирующие импульсы при отсутствии временного стробирования неизбежно попадают в звуковой канал, что вызывает появление дополнительной помехи.

Для получения большей помехоустойчивости можно располагать импульсы врезок, несущие сигналы звукового сопровождения, в интервалах обратного хода между уровнем «белого» и уровнем «черного», как по-

Рис. 1. Импульсы:

а — синхронизирующий импульс, модулированный по ширине сигналами звукового сопровождения; б — импульс врезки, модулированный звуковыми сигналами



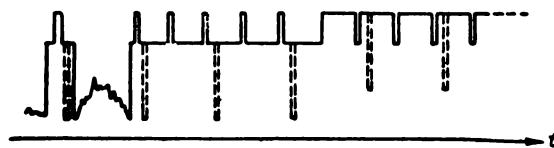


Рис. 2. Попадание звукового сигнала в канал синхронизации при обычном замешивании импульсных врезок

казано на рис. 1,б. Выделение сигналов звукового сопровождения возможно лишь с помощью стробирующей схемы.

При применении данного способа возникает трудность с передачей импульсов звукового сопровождения в течение времени кадрового гасящего импульса. Если осуществить вставку импульсов, несущих звуковую информацию, путем простого замешивания их в сигнал со стандартной синхросмесью, то в моменты передачи кадровых синхронизирующих импульсов звуковые врезки превысят уровень черного и попадут в канал синхронизации, как это показано на рис. 2. Совершенно очевидно, что в этом случае селектор синхронизирующих импульсов телевизионного приемного устройства вместе с кадровыми синхроимпульсами выделит сигнал звукового сопровождения. Как известно, выделение кадровых синхронизирующих импульсов обычно осуществляется с помощью интегрирующих цепей. Напряжение на выходе интегрирующей цепи определяется «площадью» импульса, поступающего на ее вход. В данном случае синхронизация будет нарушаться по двум причинам:

1) импульс сигнала звукового сопровождения модулируется по ширине. Поэтому будет меняться эффективная длительность импульса;

2) импульсы звукового сопровождения следуют с частотой строк, что приводит к несимметрии четных и нечетных кадровых синхроимпульсов.

Обе причины приведут к нарушению че-рестрочной развертки и к значительной потере четкости. Одновременно произойдет другое неприятное явление — прохождение сигнала кадровой частоты в звуковой канал (фон).

От всех вышеперечисленных недостатков можно избавиться, применив сложный синхросигнал специальной формы [3]. На рис. 3,а и б представлены формы сложно-

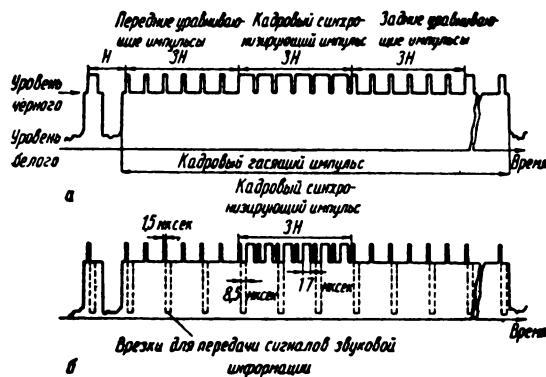


Рис. 3. Форма телевизионного сигнала:  
а — по ГОСТу 7845-55; б — при передаче звукового сопровождения в интервалах обратного хода луча

го синхросигнала, согласно ГОСТу 7845—55, и нового синхросигнала, приспособленного для передачи импульсов звукового сопровождения в интервалах обратного хода.

Как известно, согласно ГОСТу 7845—55, строчный синхронизирующий импульс имеет длительность около 5 мксек, длительность строчного гасящего импульса устанавливается в пределах 10,24—11,52 мксек. Учитывая допуски на отклонения, нетрудно определить, что в наихудшем случае длительность площадки за синхронизирующим импульсом будет составлять около 3 мксек. Практически учитывая, что отклонение всех параметров синхросигнала в худшую сторону мало вероятно, можно принять этот интервал равным приблизительно 4 мксек. Однако можно добиться значительного повышения помехоустойчивости путем расширения интервала, отводимого на передачу сигнала звукового сопровождения за счет сокращения длительности синхронизирующего импульса. Сокращение длительности строчного синхронизирующего импульса допустимо, так как синхронизация обычно осуществляется его фронтом.

Практика показала, что длительность строчного синхронизирующего импульса без ухудшения качества синхронизации может быть сокращена до 1—1,5 мксек. В этом случае интервал времени, отводимый для передачи звукового сигнала, составит 8—8,5 мксек. Такое расширение интервала позволяет повысить помехозащищенность канала звукового сопровождения на 6 дБ (два раза). Если сравнить этот способ пере-

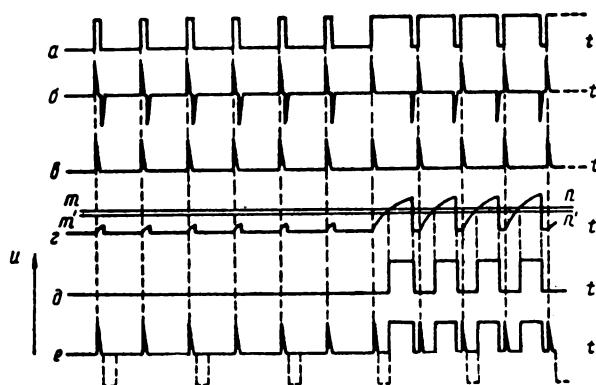


Рис. 4. Сигналы:

*a* — сложный синхросигнал по ГОСТу 7845-55; *b* — сигнал на выходе дифференцирующей цепи; *c* — сигнал на выходе ограничителя; *d* — сигнал на выходе интегрирующей цепи; *e* — сигнал рис. 4, *z*, ограниченный на уровне  $m_1$  —  $m_1'n$ ; *f* — сумма сигналов рис. 4, *b*, *c*, *d* — новый синхросигнал. Пунктиром показаны звуковые врезки

даци с ранее рассмотренным способом, основанным на широтной модуляции строчного синхронизирующего импульса, то следует отметить другое важное обстоятельство. Если в первом случае для передачи сигналов звукового сопровождения отводилось 25% размаха видеосигнала, то в данном случае размах звуковых импульсов составит 75%. Увеличение размаха импульсов врезки в три раза позволяет реализовать дополнительный выигрыш в помехоустойчивости приблизительно на 10  $\text{дБ}$ .

Таким образом, при применении данного метода удается получить выигрыш в помехозащищенности звукового канала порядка 16  $dB$  по сравнению с методом широтно-импульсной модуляции синхронизирующего импульса.

Формирование сложного синхросигнала специальной формы может быть осуществлено достаточно простым способом. Стандартный синхросигнал (рис. 4, а) поступает на дифференцирующую цепочку, постоянная времени которой  $RC \approx 1 \text{ мксек}$ . На выходе дифференцирующей цепочки образуются импульсы строчной синхронизации, а также управляющие импульсы (см. рис. 4, б). Отрицательные пики напряжения, образующиеся в результате дифференцирования, удаляются с помощью ограничителя (см. рис. 4, в). Одновременно синхросигнал поступает на однозвенную нелинейную интегрирующую цепочку, с помощью которой осуществляется интегрирование фронта импульса, как это изображено на рис. 4, г. По-

сторонней времени интегрирующей цепи составляет величину порядка нескольких десятков микросекунд. При таком выборе постоянной времени импульсы строчной синхронизации образуют на выходе значительно меньшее напряжение, чем импульсы кадровой синхронизации. После ограничения образовавшегося сигнала на уровне  $t\bar{n} - t'n'$  формируется сигнал, изображенный на рис. 4, д. Сумма сигналов, изображенных на рис. 4, в и д, образует сложный синхросигнал требуемой формы (см. рис. 4, в). Размещение звуковых врезок на рис. 4, е показано пунктиром.

Отличительной особенностью такого синхросигнала является то, что он может быть успешно использован для синхронизации стандартных телевизионных устройств, так как строчные и полукадровые синхроимпульсы могут быть выделены обычными дифференцирующими и интегрирующими цепями. Качество чересстрочной развертки остается высоким, так как кадровый синхронизирующий импульс симметричен для четных и нечетных полукадров.

На рис. 5 представлена принципиальная схема для формирования нестандартной синхросмеси. Сигнал синхросмеси стандартного типа поступает на дифференцирующую ( $R_1C_1$ ) и на нелинейную ( $R_2, C_2, D_3$ ) интегрирующие цепи. Сигналы с выходов дифференцирующей и интегрирующей цепей поступают на смеситель ( $L_1$ ). С выхода смесителя сигнал поступает на вход двухстороннего ограничителя ( $L_2$ ) и затем на выходной каскад  $L_3$ . С помощью  $R_3$  устанавливается ширина врезок во время кадровых синхронизирующих импульсов, с помощью  $R_4$  регулируется размах выходного синхросигнала.

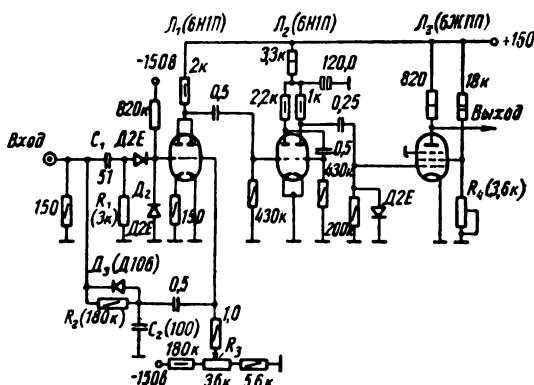


Рис. 5. Принципиальная схема устройства формирования нестандартной синхросмеси

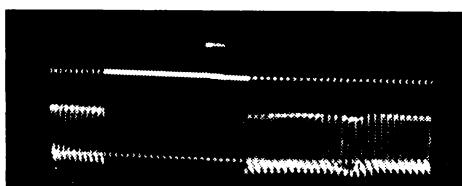


Рис. 6. Осциллограмма кадрового гасящего и синхронизирующего импульса со звуковыми врезками

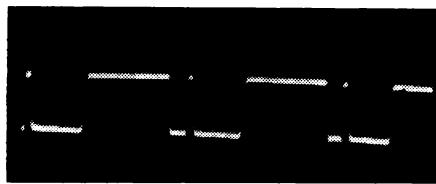


Рис. 7. Осциллограмма части кадрового гасящего и синхронизирующего импульса с местами, «расчищеннымными» для вставки сигналов звукового сопровождения

На рис. 6 представлена осциллограмма кадрового гасящего и синхронизирующего импульса с врезками, несущими звуковую информацию. Осциллограммы сфотографированы с экрана осциллографа в режиме «выделенная строка». На рис. 7 представлена осциллограмма части кадрового синхронизирующего импульса с местами, «расчищеннымими» для вставки сигналов звукового сопровождения.

#### Выводы

1. Введение синхросигнала специальной формы позволяет устранить влияние канала

звукового сопровождения на канал синхронизации.

2. Введение нового синхросигнала позволяет избавиться от фона 50 гц, образующегося за счет попадания кадровых составляющих в звуковой канал.

3. Введение нового синхросигнала позволяет повысить помехозащищенность звукового канала как за счет увеличения времени передачи звуковых импульсов, так и за счет увеличения их размаха. Общий выигрыш в помехозащищенности составляет приблизительно 16 дБ.

4. Новый синхросигнал обеспечивает синхронизацию обычных телевизионных устройств без переделок тракта синхронизации.

5. Новая форма синхросигнала может быть сформирована в достаточно простой схеме. Переделок стандартных синхрогенераторов не требуется.

6. За счет сокращения длительности синхронизирующих импульсов можно увеличить их размах в полном видеосигнале без увеличения средней мощности передатчика.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Fredendall G. L., Transmission of Television Sound on the Picture Carrier, Proc. of IRE, 1946, II, 34, № 2, 49—61.

2. Орловский Е. Л., Халфин А. М., Хазов Л. Д. и др., Теоретические основы электрической передачи изображений, т. II, М., «Советское радио», 1962.

3. Зубарев Ю. Б., Хромой Б. П., Ульянов В. Н., Способ формирования сигнала синхронизации. Авт. свид. 170076, кл. 21а<sup>1</sup>, 355.

Московский электротехнический  
институт связи

# ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЮЩИХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ТРУБОК

621.383.7

Предложен способ определения переходных характеристик передающих телевизионных трубок.

В работе [1] установлено, что поперечные переходные характеристики передающих телевизионных трубок являются смещенными решетчатыми функциями [2], выражение огибающей которых  $h(\eta)$  (рис. 1) входит в формулу для средней поперечной переходной характеристики телевизионной системы

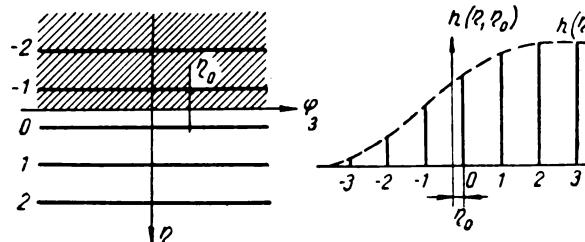


Рис. 1

так же, как выражение продольной переходной характеристики передающей трубы входит в формулу для продольной переходной характеристики телевизионной системы. На этом основании указанная огибающая может быть определена как средняя поперечная переходная характеристика передающих телевизионных трубок и может использоваться для оценки вносимых трубками апертурных искажений.

## Способ определения

Огибающая семейства решетчатых функций  $h(\eta, \eta_0)$  может быть получена [2], если один из дискретов заставить пробегать все значения координаты  $\eta \in [-\infty, +\infty]$  (рис. 2). Этого можно добиться, проецируя на фотокатод передающей трубы испытательную таблицу в виде черно-белой границы, на-

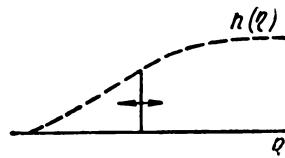


Рис. 2

клоненной под малым углом по отношению к строкам (рис. 3). Огибающую можно наблюдать на экране осциллографа с выделением строки.

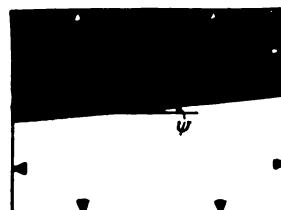


Рис. 3

В связи с постепенным набеганием апертуры на наклонную черно-белую границу полоса, занимаемая видеосигналом, сокращается по сравнению с полосой, необходимой для определения продольной переходной характеристики [3], в  $\frac{180^\circ}{\pi\psi^5}$  раз (где  $\psi$  — угол наклона границы по отношению к строкам, выраженный в градусах), и линейные искажения канала практически не сказываются на точности измерения, что позволяет при необходимости сужать полосу пропускания канала в несколько раз и производить измерения апертурных характеристик сильно шумящих трубок.

## Испытательная таблица

Масштаб отсчета координаты  $\eta$  на экране осциллографа зависит от угла наклона черно-белой границы. При малых значениях  $\psi$  погрешность масштаба оказывается значительной. Поэтому для практического использования при оценке переходных искажений тест-таблица в виде одиночного перепада оказывается неудобной. Более подходящей для этих целей является испытательная таблица в виде одиночной слегка наклонной полоски (рис. 4). Соответствующая осциллограмма имеет вид одиночного им-

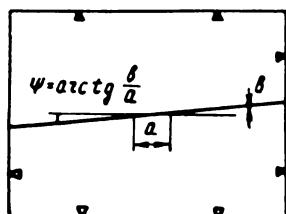


Рис. 4

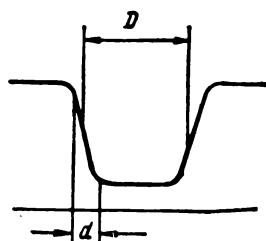


Рис. 5

пульса (рис. 5), ширина которого на экране осциллографа равна

$$D = \frac{b}{\sin \psi} \frac{V_x \text{ осц}}{V_x \text{ п.тр}}, \quad (1)$$

где  $b$  — ширина полоски;  $V_x \text{ осц}$  — скорость перемещения развертывающего луча вдоль экрана осциллографа в горизонтальном направлении;  $V_x \text{ п.тр}$  — скорость перемещения сканирующего луча передающей трубы вдоль строк развертки.

При

$$\frac{V_x \text{ осц}}{\sin \psi V_x \text{ п.тр}} = \text{const} \quad (2)$$

длительность импульса оказывается пропорциональной ширине полоски.

Таким образом, величина  $b$  может быть использована для определения масштаба отсчета. При этом зона размытия может быть определена по формуле:

$$\Delta = b \frac{d}{D}. \quad (3)$$

Ширина полоски должна быть выбрана достаточно большой, чтобы не перекрывались передний и задний фронты импульса. Однако слишком большую величину  $b$  выбрать нельзя, так как при этом отношение  $\frac{d}{D}$  мало и одновременно наблюдение переднего и заднего фронтов на экране осциллографа становится затруднительным.

Выбор угла  $\Psi$  диктуется следующим. С одной стороны, наклон полоски должен

быть как можно меньше, поскольку при этом будет больше длительность импульса и легче будет его осциллографировать. Кроме того, чем меньше  $\Psi$ , тем характеристика ближе к поперечной. С другой стороны, при очень малых значениях  $\Psi$  на характеристики будет накладываться неравномерность потенциального рельефа на мишени, а также будут сказываться геометрические искажения разверток передающей трубы и осциллографа. Экспериментально определено, что оптимальными являются  $b = 10$  (элементов разложения) и  $\Psi = 5^\circ$ .

#### Особенности определения переходных характеристик различных типов передающих трубок

а) Трубы с коммутацией пучком быстрых электронов характеризуются значительной неравномерностью потенциального рельефа, которую не всегда удается полностью скорректировать. При этом сигнал на экране осциллографа будет искажен (рис. 6, а).

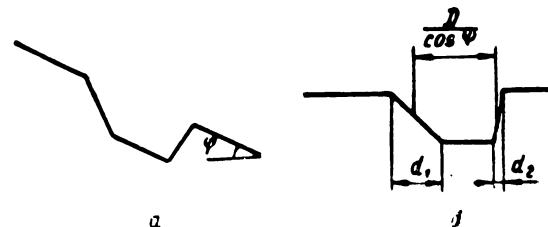


Рис. 6

Для определения по осциллограмме зоны размытия следует развернуть эту осциллограмму, как показано на рис. 6, б. При этом резкость черно-белой границы может быть определена как

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}, \quad (4)$$

$$\text{где: } S_1 = \frac{\frac{1}{d_1} - \operatorname{tg} \varphi}{1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{d_1}}; \quad S_2 = \frac{\operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{d_2}}{1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{d_2}};$$

$d_1$  и  $d_2$  определяются из рис. 6, б.

б) Трубы с коммутацией пучком медленных электронов характеризуются отклонением коммутирующего пучка под действием потенциального рельефа [3], в результате которого возникают геометрические искажения изображения и формула (1) перестает

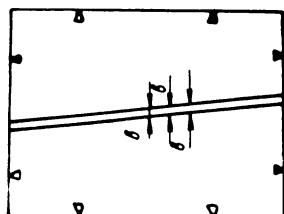


Рис. 7

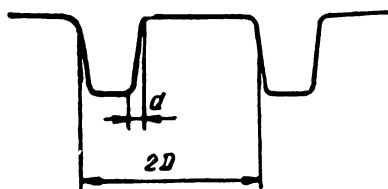


Рис. 8

быть справедливой. При этом следует использовать тест-таблицу, состоящую из двух полосок равной ширины, удаленных на расстояние, равное этой ширине (рис. 7). Осциллограмма будет иметь вид, показанный на рис. 8. При этом величина  $D$ , входящая в формулу (3), определяется по осциллограмме, как показано на рис. 8.

#### Сопоставление с другими методами экспериментальной оценки апертурных искажений передающих трубок в направлении, перпендикулярном строкам

В работе [3] поперечная переходная характеристика была определена «по точкам». Перед трубкой устанавливался тест-объект в виде черно-белой границы, параллельной строкам, растр передающей трубы перемещался от точки к точке с помощью ручки вертикальной центровки, и измерялся ток выделенной строки. Этому способу присущи два недостатка:

а) необходимость выполнять две трудоемкие операции: установление границы строго параллельно строкам и градуировку устройства вертикальной центровки;

б) снижение точности измерения из-за непостоянства свойств телевизионной системы, выражающееся в изменении чувствительности от точки к точке.

В предлагаемом нами способе эти недостатки преодолены. Недостатком способа является значительная погрешность, вноси-

мая осциллографом из-за параллакса в стекле дна колбы трубы, недостаточной фокусировки луча, а также искажений развертки. Этот недостаток может быть при необходимости устранен, если в качестве фиксирующего устройства использовать самописец. Необходимый для этого переход в область более низких частот может быть осуществлен стробоскопическим способом, предложенным М. И. Кривошеевым [4], по которому видеосигнал стробируется периодическими импульсами с частотой, отличающейся на небольшую величину от частоты кадров, в результате чего на самописец поступает последовательность модулированных импульсов частоты, близкой к кадровой, с огибающей, описывающей переходную характеристику. Превращение этой последовательности в непрерывную функцию времени может быть осуществлено соответствующим ограничением полосы частот.

М. В. Антипов [5] предложил оценивать апертурные искажения передающих трубок по характеристике воспроизведения штриховой меры, наклоненной под малым углом к строкам развертки (или таблицы, состоящей из зон Френеля). Покажем, что область применения этого способа ограничена. При проецировании на фотокатод передающей трубы изображения с распределением яркости по-перек строк, имеющим спектр  $S_1(\xi)$  (где:  $\xi = \frac{\delta}{\lambda}$  — относительная пространственная частота компонента;  $\delta$  — шаг разложения;  $\lambda$  — длина волны компонента), соответствующее распределение яркости на экране приемной трубы, по аналогии с системами дискретного действия [2], будет иметь спектр (рис. 9):

$$S_2(\xi) = \theta_2(\xi) \sum_{k=0}^{\infty} S_1(\xi + k) \theta_1(\xi + k) \quad (5)$$

или

$$S_2(\xi) = \theta(\xi) S_1(\xi) + N(\xi),$$

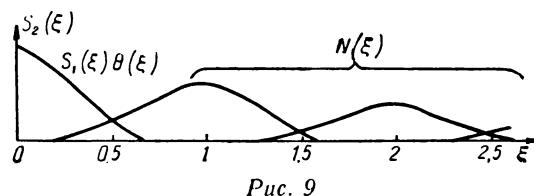


Рис. 9

где  $\theta(\xi) = \theta_1(\xi)\theta_2(\xi)$  — функция, которую обычно называют поперечной частотной характеристикой телевизионной системы;  $\theta_1(\xi)$  и  $\theta_2(\xi)$  — соответственно поперечные частотные характеристики передающей и приемной трубок;  $N(\xi) = \theta_2(\xi) \sum_{k=1}^{\infty} \theta_1(\xi + k) S_1(\xi + k)$  — составляющая спектра, характеризующая шум дискретизации. Эта составляющая накладывается на первичный спектр, создавая ложные узоры. Поскольку это наложение спектров принципиально неустранимо, поперечная частотная характеристика может быть измерена лишь в случае, когда  $\xi_y < \frac{1}{2}$  (где  $\xi_y$  — пространственная частота компонента, воспроизведенного на уровне, соответствующем пределу контрастной чувствительности глаза).

Во всех остальных случаях апертурные искажения телевизионной системы могут быть оценены только по средней переходной характеристике, поскольку при этом возможна оценка апертурных искажений в чи-

стом виде. При этом для оценки одним числом апертурных искажений в направлении, перпендикулярном строкам, может быть использован критерий, предложенный Я. А. Рыфтиним для оценки качества продольного разложения [6], и становится возможным экспериментальное сопоставление искажений в двух взаимно ортогональных направлениях на растре по единому критерию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гофайзен О. В., Техника кино и телевидения. 1964, № 1.
2. Цыпкин Я. З., Теория импульсных систем, М., Физматгиз, 1958.
3. Гуревич С. Б., Быков Р. Е. Радиотехника и электроника, 1960, V, вып. 4.
4. Кривошев М. И., Проблемы контроля и измерений в телевизионном тракте, Доклад на межвузовской научно-технической конференции «Научные и технические проблемы качества телевизионного изображения», Л., ЛЭТИ, ноябрь, 1963.
5. Антипов М. В., Техника кино и телевидения. 1959, № 9.
6. Рыфтин Я. А., Техника кино и телевидения, 1963, № 6.

Одесский электротехнический  
институт связи

## НА КИНОСТУДИЯХ

### Механизированная вышка для работы в декорациях

Для живописно-малярных и других работ в декорациях, сооружаемых в павильонах киностудии, нужны передвижные вышки различной высоты. Особенно незаменимы такие вышки для обработки больших фоновых полотнищ, высотой до 12 м, и при сооружении высоких декораций.

В настоящее время на киностудиях применяются передвижные вышки высотой 3, 6 и 10 м, которые имеют ряд эксплуатационных недостатков. Так, у шестиметровой раздвижной вышки телескопической конструкции — самое низкое положение рабочей площадки: на высоте 3,5 м. Подъем и опускание площадки производится ручной лебедкой. Размер рабочей площадки всего 500 × 500 мм.

Десятиметровая вышка собрана из дюралевых труб, имеет маршевые площадки и лестницы между ними. Рабочему с красками в ведрах и бачках и с инструментами тяжело подниматься по лестницам. Из-за малых размеров площадки работать неудобно. Перемещается вышка от одной декорации к другой или из павильона в павильон в горизонтальном положении на тележках-платформах.

На киностудии имени А. П. Довженко разработана и изготовлена механизированная вышка 1ДВ (рис. 1). Опытный образец ее успешно применялся при сооружении декораций высотой до 10 м для кинокартин «Сон», «Сказка о Мальчише-Кибальчише» и др. Вышка имеет следующие особенности:

а) подъем и опускание рабочей площадки осуществляется электродвигателем. Высота подъема рабочей площадки 7 м, что позволяет обрабатывать фоны высотой до 10 м;

б) для передвижения от одной декорации к другой или за пределы павильона ферма

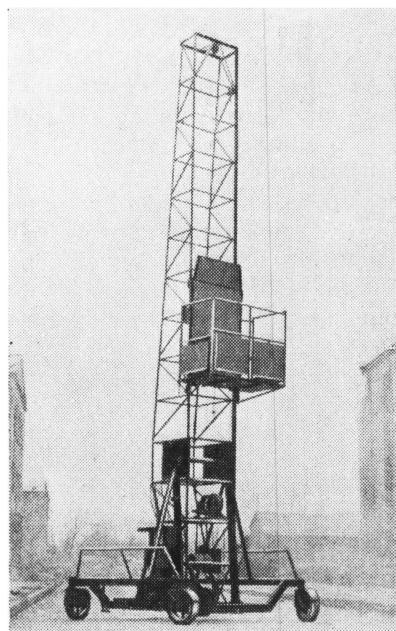


Рис. 1

вышки наклоняется, уменьшая общую высоту вышки с 8 до 3 м.

Основные части вышки: тележка, ферма, рабочая площадка, механизм наклона фермы, механизм подъема и опускания рабочей площадки и электрооборудование. Ниже дано краткое описание конструкций этих частей.

1. *Тележка.* Рама тележки размером 2000 × 2000 мм сварена из стальных швеллеров. По углам рамы приварены гнезда для осей четырех самоповорачивающихся колес. Колеса обрезиненные, на шарикоподшипниках, диаметром 380 × 100 мм.

Средняя часть рамы максимально понижена. На ней укрепляется нижняя часть

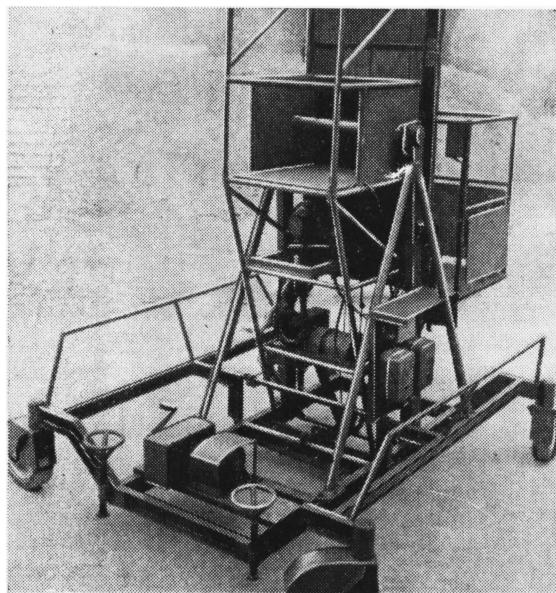


Рис. 2

фермы. На одной стороне рамы приварены две гайки, в которые ввинчиваются два винта — домкраты с маховиками для опоры в пол при неподвижном вертикальном положении вышки.

На средней поперечине впадины рамы тележки установлен буфер: деревянная планка, опирающаяся на четыре подвижных болта, на которые надеты стальные пружины. Когда ферма становится в вертикальное положение, низ ее упирается в планку, которая подается назад, прижимая все четыре пружины. При опускании фермы (наклоне) буферная планка под действием пружин толкает ферму, сообщая ей начальный поворот на горизонтальных цапфах.

На раме установлен редуктор опускания фермы. Ферма фиксируется в вертикальном положении накидным винтом с гайкой-барашкой. По бокам рамы имеются перила из стальных труб, ими пользуются при передвижении вышки. На двух вертикальных швеллерных стойках рамы приварены два гнезда, в которые помещена плотная резина — упоры, амортизирующие удар рабочей площадки при опускании ее в крайнее положение. Общий вид тележки показан на рис. 2.

2. **Ферма.** Сварена из стальных тонкостенных труб диаметром  $30 \times 2$  мм, верх-

ние и нижние пояса — из стальных уголков  $50 \times 50 \times 5$  мм. Вдоль фермы приварены два направляющих уголка  $50 \times 50 \times 5$  мм, по которым движется рабочая площадка вышки.

Общая длина фермы 7600 мм. На расстоянии 1850 мм от ее нижнего конца посередине приварены два фланца, к которым приварена трехдюймовая труба с втулками, при помощи которых ферма устанавливается на стойках тележки.

Ферма может поворачиваться от вертикального положения до горизонтального.

На поясах ниже оси поворота фермы имеется площадка, на которой установлен редуктор с бараба-

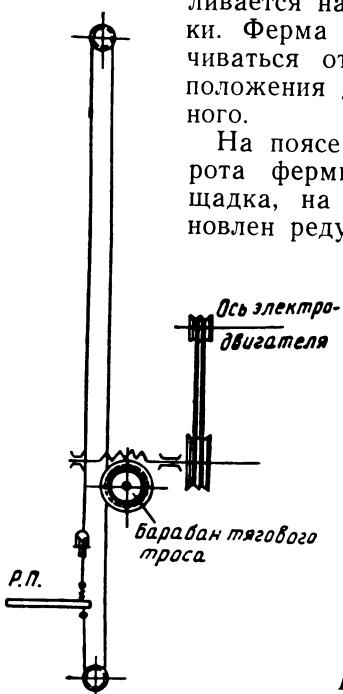


Рис. 3

ном и тросом для подъема рабочей площадки. Выше установлена рама из уголка, на которой при помощи двух петель и откидного болта крепится подвижная площадка с электродвигателем. Подвижность площадки необходима для регулировки натяжения ременной передачи от электродвигателя к редуктору. К поясу фермы над электродвигателем прикреплен щит из толстой фанеры для предохранения электродвигателя и редуктора с барабаном и тросом от загрязнения. На крайних верхнем и нижнем поясах ферм в специальных гнездах установлены ролики для троса подъема рабочей площадки.

3. **Рабочая площадка.** Сварена из стальных труб. Габариты  $650 \times 1200$  мм при высоте перил 950 мм. Пол площадки деревянный. Движется площадка по двум направ-

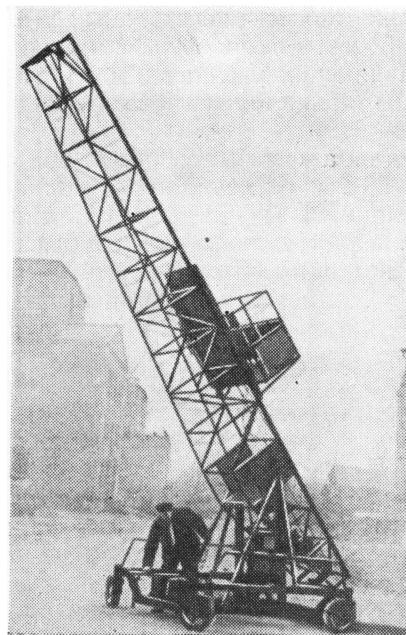


Рис. 4

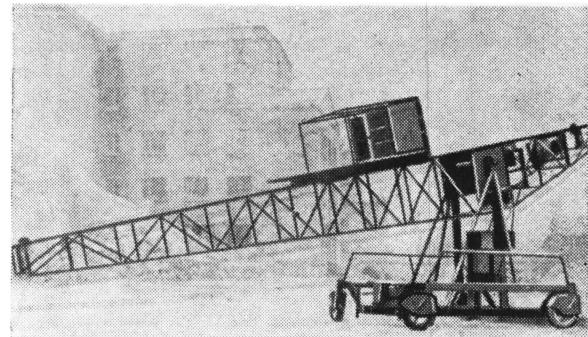


Рис. 5

ляющим уголкам фермы, опираясь на ползуны из дерева (дуб) и ограничители. Подвешена площадка к тросу у своего основания через тросовую петлю и ролик. Концы тросовой петли прикреплены к рычагам, которые сжимают пружины эксцентрических стальных захватов, предназначенных для автоматического заклинивания площадки в случае обрыва троса.

Снизу площадка имеет подвижной болт — петлю с пружиной, к которой крепится нижний конец троса от барабана для постоянного выбора слабины троса. Для удобства входа на площадку перила имеют откидную на шарнирах перекладину.

4. *Механизм подъема и опускания площадки.* Подъем и опускание рабочей площадки вышки производится электродвигателем и ременной передачей через редуктор и трос с роликами (рис. 3). Мощность электродвигателя 1,7 квт, число оборотов 1440 в минуту. На валу электродвигателя установлен шкив диаметром 100 мм, а на валу редуктора — диаметром 200 мм. Передача осуществляется двумя текстропными ремнями сечения «А» длиной 1600 мм (ГОСТ 1284). При этом время подъема рабочей площадки от крайнего нижнего до крайнего верхнего положения равно 22 сек. Такая скорость движения рабочей площад-

ки вполне достаточна, тем более что вертикальное перемещение рабочей площадки, как правило, каждый раз происходит на небольшие расстояния (1,5—2 м).

5. *Механизм наклона фермы.* При транспортировке вышки (рис. 4, 5) ферма ее может наклоняться из вертикального в горизонтальное положение. При этом высота уменьшается с 8 до 3 м, что дает возможность передвигать вышку через ворота, под осветительными мостами и т. п.

Наклон фермы осуществляется вращением рукоятки редуктора с барабаном для троса, установленного на раме тележки. Редуктор имеет две пары цилиндрических шестерен, соединенных последовательно,

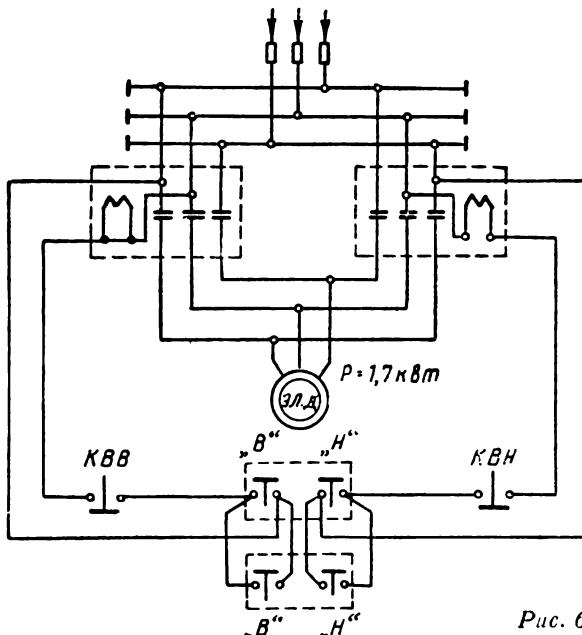


Рис. 6

общее передаточное число несколько больше 1 : 12.

Трос стальной диаметром 6,4 мм одним концом закреплен на барабане, на котором он намотан, а другим — на нижней части фермы через болт-петлю с пружиной для смягчения удара при начальном и конечном положениях фермы при ее наклоне. Для этой же цели служит буферная планка на четырех болтах с пружинами в раме тележки.

6. *Электрическая схема вышки.* Это схема (рис. 6) обеспечивает управление подъемом и спуском рабочей площадки как с головного щита, установленного на стойках рамы тележки (т. е. с пола), так и с площадки, на которой расположена панель с двумя пусковыми кнопками. Нажатием кнопок «В» (вверх) или «Н» (вниз) включается электродвигатель через один из двух магнитных пускателей. При отпускании кнопки электродвигатель отключается от сети, площадка при этом должна прекратить движение. Кабели основной электропроводки проходят через трубы фермы, а кабель, идущий к кнопкам управления дви-

жения площадки, свободно подвешен внизу.

Для большей безопасности работы на вышке установлены два концевых выключателя «КВВ» и «КВН» соответственно для крайних верхнего и нижнего положений площадки.

Для подключения вышки к электроштампам павильонов придан специальный четырехжильный кабель длиной 25 м. На одном конце кабеля находится разъемная колодка, основание которой вмонтировано в электроштамп вышки, а другой конец имеет четыре клеммных крючка для присоединения к клеммам щита питания.

Дополнительно к данной схеме установлен элекромагнит, который при выключении электродвигателя автоматически тормозит вал редуктора подъема.

При необходимости включение подъема рабочей площадки с пола может быть блокировано.

И. А. ЧЕРНИЦКИЙ  
Киевская киностудия  
имени А. П. Довженко

## НА ТЕЛЕЦЕНТРАХ

### Синхронный двигатель в ручной кинокамере «Конвас-автомат»

Павильонные синхронные камеры «Москва» и «Дружба» имеют сравнительно большой вес, требуют наличия сети трехфазного тока и дополнительного обслуживающего персонала. Все это в ряде случаев затрудняет использование таких камер.

В целях расширения возможностей ручной камеры «Конвас-Автомат» в ней предлагается установить синхронный электродвигатель FASM 74/40 от кинокамеры «Пентафлекс-16» либо другой аналогичный двигатель. Его установка не связана

с конструктивными изменениями камеры и двигателя.

Единственным новым узлом является конструкция привода-сочленения. Он содержит детали, показанные на рис. 1.

К корпусу двигателя крепится рукоятка, позволяющая удобно держать камеру, производить съемку с рук, включать и выключать камеру.

Питание двигателя осуществляется от сети трехфазного либо однофазного тока. Включение в сеть однофазного тока производится по схеме, показанной на рис. 2.

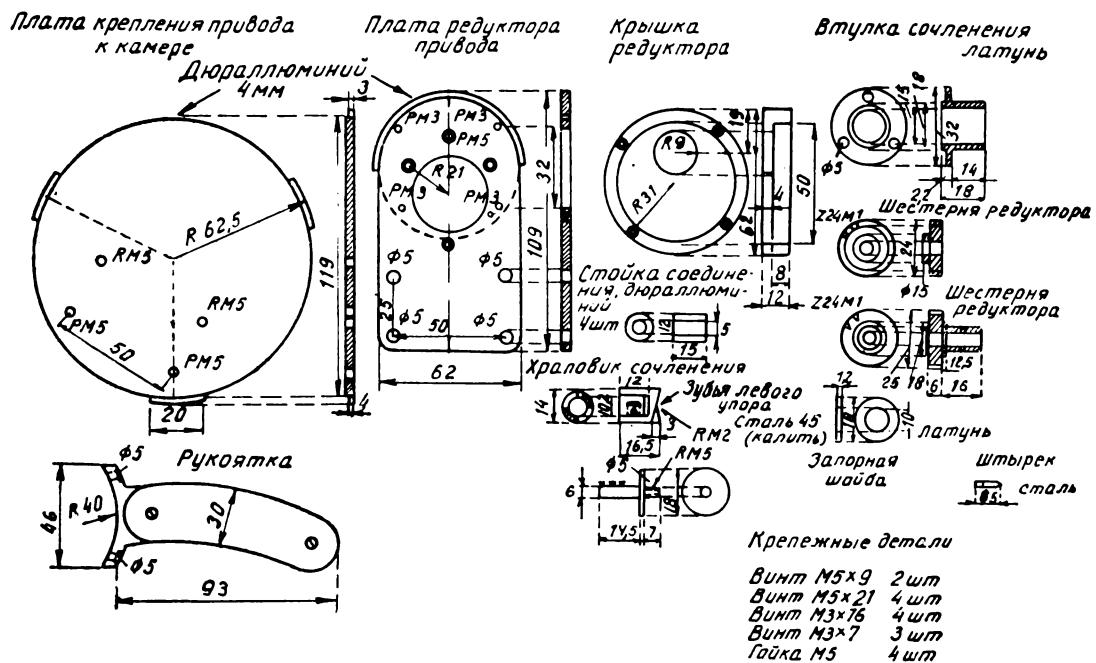


Рис. 1. Детали привода

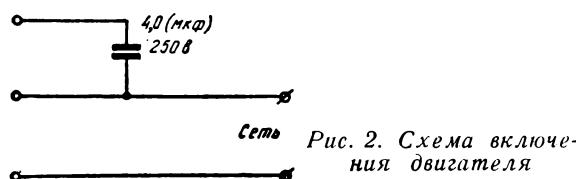


Рис. 2. Схема включения двигателя

На Кишиневском телекомплексе в 8 кинокамерах «Конвас-Автомат» были установлены синхронные двигатели. Получены хорошие результаты синхронных съемок и съемок под фонограмму. При наличии 120-

метровых кассет ( входящих в комплект камер) проводилась съемка концертных номеров, репортажей и выступлений как в павильоне, так и на натуре.

При съемке уличных событий, где зачастую уровень шумов перекрывает шум камеры, применения бокса не требуется. Нет необходимости заглушать камеру и при использовании длиннофокусной (75 и 135 мм) оптики, а также при записи звука с остронаправленными микрофонами.

Э. ЛЕЙБОВИЧ  
Кишиневский телецентр

### **Об использовании гистерезисных двигателей**

778.533

В статье «По материалам VI конгресса УНИАТЕК» («Техника кино и телевидения», № 5, Е. М. Голдовский, А. Г. Кашехлебов и Б. Н. Коноплев) сказано, что представители фирм Эклер и Перфектон инженеры Костромин и Бессир сообщали о неудачах фирм при использовании гистерезисных двигателей в электроприводе киноаппаратуры, которые, по их мнению, заключаются в следующем:

- 1) при пуске возникают качания ротора;
- 2) в процессе вращения из-за отсутствия явно выраженных полюсов возникает эффект скольжения ротора относительно вращающегося поля статора;
- 3) гистерезисные двигатели нельзя применять в системе Ротасин.

Мы не разделяем мнения представителей этих фирм, в связи с чем излагаем нашу точку зрения по рассматриваемым вопросам.

Как известно, отличительной особенностью гистерезисного двигателя являются происходящие под влиянием одного и того же момента пуск и синхронное вращение двигателя, что обуславливает сравнительно небольшое изменение момента двигателя в процессе пуска и перехода к синхронному режиму работы, следствием чего является плавность разгона двигателя, поэтому изложенное в п. 1 положение не относится к принципиальным особенностям гистерезисных электродвигателей.

Известно также, что принцип действия гистерезисного электродвигателя, работающего в синхронном режиме, в основном аналогичен принципу действия синхронных двигателей других известных типов, например двигателей с электромагнитным возбуждением. И в том и в другом случаях момент двигателя возникает из-за взаимодействия вращающегося поля статора и магнитных полюсов ротора. Эти магнитные полюса у ротора гистерезисного двигателя совершенно определенно физически существуют, а то, что они не выражены конструктивно, в данном случае — фактор второстепенный, не связанный со свойством синхронности двигателя. В этой связи можно сослаться на результаты фундаментальных исследований (Мас-тиев и Орлов, Гистерезисные электродвигатели МЭИ, 1963).

Касаясь п. 2, целесообразно было бы указать на

специфическую особенность гистерезисного двигателя, состоящего в более плавном, чем у других двигателей, выходе гистерезисного двигателя из синхронизма при превышении момента нагрузки над максимальным моментом синхронного режима. Здесь может наблюдаться так называемый режим «малых скольжений», который, однако, ни в коей мере не может являться основным рабочим режимом гистерезисного электродвигателя.

К изложенному можно также добавить, что опыт применения гистерезисных двигателей в советских киносъемочных аппаратах «Мир» и «Эра» признан положительным, причем указанных в пп. 1 и 2 явлений в процессе эксплуатации киносъемочных аппаратов не было. Можно также сослаться на положительный опыт использования гистерезисных двигателей в советских (разработки НИКФИ, ЛОМО и ВНИИРТ) и зарубежных (Ампекс) системах Видеомагнитофон, в которых к двигателям предъявляются весьма жесткие требования по стабильности скорости вращения как к высокоскоростному синхронному электродвигателю.

Что касается использования гистерезисных двигателей в системе Ротасин, то, по нашему мнению, отсутствие постоянной от пуска к пуску ориентации полюсов гистерезисного двигателя не является в данном случае принципиальным затруднением. Укажем, что ротор 4-полюсного реактивно-синхронного двигателя может от пуска к пуску ориентироваться по магнитному полю также не в одном, а в четырех положениях, что, однако, не препятствует широкому использованию этих двигателей в системах Ротасин.

В заключение полагаем целесообразным отметить, что мы не считаем гистерезисный двигатель идеальным во всех отношениях синхронным электродвигателем. В НИКФИ ведутся исследования по применению для киноаппаратуры других синхронных двигателей с более высокими энергетическими характеристиками. В то же время использование серийно выпускаемых гистерезисных двигателей взамен тяжелых реактивно-синхронных электродвигателей во всех случаях способствует существенному улучшению характеристик и работы киноаппаратуры.

**Л. И. САЖИН, Е. И. УСЫШКИН**

## 8-ММ ЗВУКОВОЙ КИНОПРОЕКТОР «МАРК-С»

778.2:771.531.352

В 1964 г. австрийская фирма Оймиг выпустила новый 8-мм звуковой кинопроектор «Марк-С» (рис. 1), по внешнему виду и по конструктивным решениям наиболее полно отражающий современные тенденции в развитии 8-мм кинопроекционной аппаратуры. В частности, кинопроектор имеет встроенный звукоблок для записи и воспроизведения звука на совмещенной магнитной фонограмме, проекционный объектив с переменным фокусным расстоянием, осветитель с низковольтной проекционной кварцево-йодной лампой накаливания, обеспечивающей относительно высокий полезный световой поток, автоматическую зарядку фильма (в проекционную часть кинопроектора), встроенные усилитель и громкоговоритель, две фиксированные частоты проекции (16 и 24 кадр/сек), возможность реверсирования движения фильма и т. д. Основная задача, поставленная при разработке кинопроектора, заключалась в максимальном его упрощении и автоматизации управления им. Кинопроектор имеет блочную конструкцию, собран в ли-

том алюминиевом корпусе, отличается небольшими размерами — 324 × 203 × 146 мм, может работать от сети электропитания 50 и 60 гц.

*Приводной и лентопротяжный механизм.* Кинопроектор приводится асинхронным электродвигателем посредством фрикционной передачи (вариатора скорости), состоящей из шкива на валу электродвигателя и фрикционного диска на грейферном валу. Скорость изменяется простым перемещением шкива вдоль вала электродвигателя, а реверсирование движения фильма — смещением электродвигателя для сцепления указанного шкива с другим фрикционным диском, также находящимся на грейферном валу. Для уменьшения помех равномерному движению фильма в звукоблоке использован стабилизатор скорости с гладким барабаном и большим маховиком, а также прецизионный звуковой зубчатый барабан, вращающийся на высококачественных шарикоподшипниках. Кроме того, грейферный вал разрезан на две части (с самостоятельными подшипниками), соединенные эластичной пластмассовой трубкой. Весь приводной механизм не требует какого-либо ухода (в частности, смазки), так как выполнен из нейлоновых шестерен и самосмазывающихся подшипников. Привод к наматывателям жесткий, без применения ремней. Фрикционные диски вариатора скорости покрыты высококачественной резиной, которая, как оказывается, практически не изнашивается.

Зарядка фильма на первый зубчатый барабан и в фильмовый канал, а также образование верхней петли автоматизированы. Для зарядки в звуковую часть кинопроектора фильм просто укладывается в щель, подобно зарядке магнитофона.

*Оптико-осветительная система.* Оригинальная оптико-осветительная система кинопроектора (рис. 2) содержит кварцево-йодную лампу накаливания (12 в, 100 вт), отражатель, асферическую просветленную линзу и коллективную линзу с рифленой поверхностью, обращенной в сторону кадрового окна. Рифление предназначено для улучшения равномерности

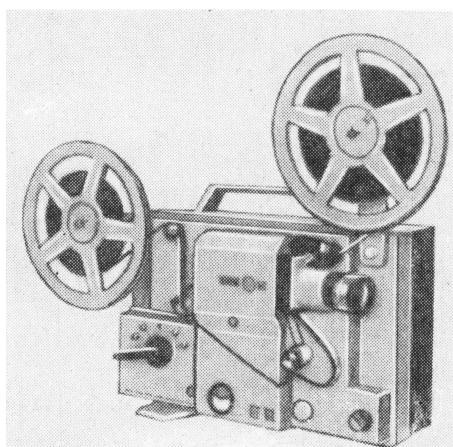


Рис. 1. Кинопроектор «Марк-С» (общий вид)

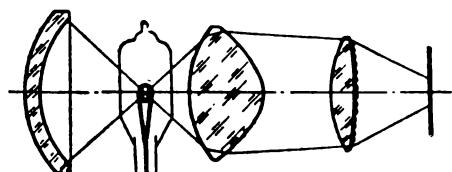


Рис. 2. Оптико-осветительная система кинопроектора «Марк-С»

освещения экрана, устранения заметности структуры нити накаливания и цветных полос. Нить лампы перед включением ее на полную мощность предварительно разогревается, что увеличивает срок службы лампы. Новый проекционный объектив с переменным фокусным расстоянием «Ойповар» ( $1:1,3/13 \div 25 \text{ мм}$ ) состоит из девяти линз и семи компонентов (рис. 3). Отмечается исключительно высокая степень коррекции всех видов aberrаций, включая такие характерные для объективов с переменным фокусным расстоянием aberrации, как хроматическая и дисторсия. Исключительно короткое фокусное расстояние (13 мм) позволяет получать большой размер изображения даже в маленькой комнате.

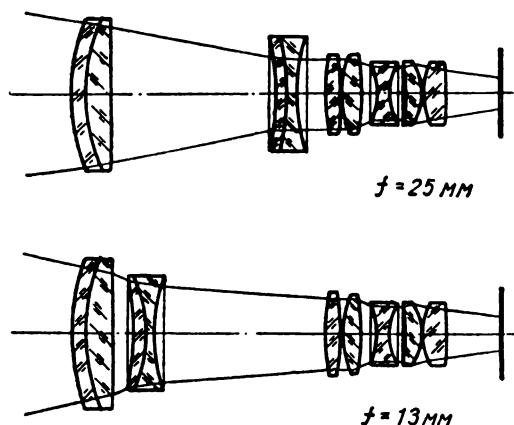


Рис. 3. Проекционный объектив «Оиповар»

Для проекционных объективов с переменным фокусным расстоянием полезный световой поток кинопроектора имеет несколько изменяющуюся величину в зависимости от проекционного расстояния. Отмечается, что пределы изменения светового потока кинопроектора «Марк-С» — от 80 до 100 лм. При оптимальном проекционном расстоянии 3 м полезный световой поток достигает 110 лм.

**Звуковая часть.** Встроенный в кинопроектор трехламповый усилитель может быть легко удален из него ослаблением трех винтов. Схема усилителя аналогична схеме высококачественного магнитофона и

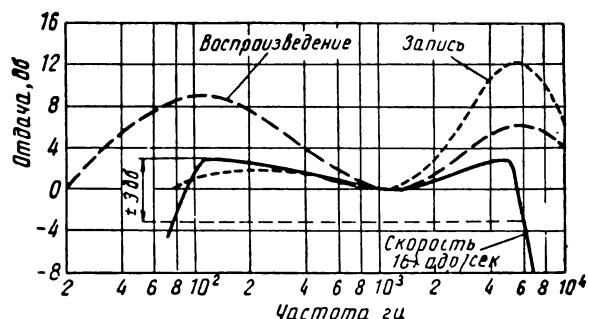


Рис. 4. Частотная характеристика записи и воспроизведения звука кинопроектора «Марк-С»

предназначена для записи и воспроизведения звука. Главное отличие звуковой части кинопроектора «Марк-С» от других 8-мм звуковых кинопроекторов — автоматическая регулировка уровня записи в пределах 30 дБ, которая достигается введением обратной связи. Время автоматической установки уровня 5 мсек, и время сохранения этого уровня (в паузах) 50 сек. Отмечается, что применение лампового усилителя вместо транзисторного объясняется необходимостью задержки уровня записи.

Звукоблок кинопроектора обеспечивает также автоматическое микширование звука при записи с двух входных каналов: один — от магнитофона, приемника или проигрывателя, другой — от микрофона. С началом речи входной уровень сопровождающей музыки автоматически уменьшается. После паузы 7 сек этот уровень восстанавливается. Отмечается, что время задержки 7 сек чрезмерно велико и неприемлемо для коротких сцен (длительностью до 10 сек), вследствие чего желательно в дальнейшем ввести регулятор времени задержки уровня.

Звукоблок снабжен также автоматикой «подавления помех», которая при записи звука в случае отсутствия речи (точнее, отсутствия определенного порогового уровня звука) запирает вход, идущий от микрофона. Наряду с возможностью микширования звука с двух каналов сохранена возможность последовательной записи музыки и речи; для этого достаточно отключить стирающую головку.

При звуковоспроизведении уровень громкости устанавливается вручную. Частотная характеристика записи и воспроизведения практически прямолинейна в диапазоне от 100 до 4500 гц для скорости 16 кадр/сек и до 7000 гц — для 24 кадр/сек (рис. 4). В последнем случае воспроизводятся частоты до 9000 гц.

(По материалам журналов Kino-Technik, 1965, 19, № 2, 35—36; JSMPT, 1965, 74, № 2, 110—114); Filmtechnikum, 1965.

Л. Т.

# НОРМАЛИЗАЦИЯ ЯРКОСТЕЙ КИНОЭКРАНОВ

(ДОКУМЕНТ BNIC. ФРАНЦУЗСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО КОНГРЕССУ ISO 1964 г.)

778.2

В качестве вклада в работы по нормализации яркостей киноэкранов лаборатории Комиссии технического контроля французских кинотеатров (CST) провели серию измерений в парижских кинотеатрах.

Эти измерения ставили своей целью:

- а) статистическое исследование отклонений и вариаций величин яркости в различных кинотеатрах;
- б) определение влияния размеров экрана на уровень освещения в зале;
- в) исследование влияния паразитного рассеянного света на проекцию и соображения по поводу метода его измерения.

1. Статистическое исследование величин яркости в кинотеатрах. Исследование проводилось в парижских кинотеатрах, среди которых имеются и уникальные. В каждом театре проводились три измерения яркости (в центре и у краев экрана) из пяти мест зала (центр партера, середина и край первого ряда партера, центр балкона, край заднего ряда балкона).

Из этих измерений для статистического анализа выведены следующие характеристики: а) значение яркости в центре экрана, измеренное из центра зала; б) максимальная вариация центральной яркости для различных мест в зале; в) максимальная вариация яркости по ширине экрана для различных мест в зале; г) максимальное отношение центральной яркости к яркости у края экрана.

Измерения, проведенные в кинотеатрах с широкими экранами с кашетированием с соотношением сторон 1,65 : 1 и с широкими экранами с анаморфированием с соотношением сторон 2,35 : 1, дали следующие результаты:

1) значения яркости в центре экрана для большинства случаев находятся в интервале 60—100 асб, причем можно отметить тенденцию к их повышению до 100—150 и даже 200 асб;

2) вариации яркости для различных мест в зале сильнее для экранов с соотношением сторон 2,35 : 1, где они составляют 30—40%, чем для экранов с соотношением сторон 1,65 : 1, где они составляют 20—30%;

3) максимальное отношение центральной яркости к яркости у края экрана составляет около двух для экранов с соотношением сторон 1,65 : 1 и около 2,5 для экранов с соотношением сторон 2,35 : 1.

В качестве выводов делаются следующие предложения.

Для всех точек центральной зоны зала (в соответствии со спецификацией NFS-27001, издание 1960 г.) яркость центральной части экрана должна

находиться в интервале между 90 и 180 асб (30  $\div$  60 нт). Для каждой точки указанной зоны отклонение между максимальной и минимальной яркостью не должно превышать 50%.

Исследование яркостей экранов в просмотровых залах, например, киностудий показало резко выраженную тенденцию увеличения яркости с уменьшением размеров экрана. Для экранов высотой порядка 1,5 м величина яркости в центре достигает 400—500 асб. Указывается, что эта тенденция соответствует давней рекомендации МОК, который первым начал заниматься стандартизацией яркости киноэкранов. При попытках снизить яркость небольшого экрана до нормальной зрители отмечают, что изображение становится менее контрастным и не удовлетворяет их требованиям.

Следует отметить, что для экранов высотой более 3,5 м, установленных в просмотровых залах, стандартизированное значение яркости вполне удовлетворительно.

Влияние паразитного рассеянного и отраженного в зале света исследовалось в просмотровом зале Комиссии по методу, описанному в § 4 DIN 15571, с использованием одновременного измерения яркости экрана и яркости тени центральной маски, установленной у проекционного окна. При измерениях в проекторе пропускался фильм со сплошь запечатанными кадрами со следующими оптическими плотностями: 0,34, 0,42, 0,53, 0,66, 0,79, 0,94, 1,10, 1,25, 1,44 и 1,68. Каждая серия измерений проводилась трижды для различных условий в зале в отношении коэффициентов отражения стен и драпировок зала.

В результате измерений построены три кривые (рис. 1), показывающие зависимость яркости паразитной засветки (в процентах от яркости экрана) от коэффициента пропускания (или оптической плотности) фильмокопии для указанных трех случаев.

Кривые показывают, что засветка тем больше, чем меньше плотность фильмокопии, и что она тем больше, чем светлее убранство зала.

Величины засветки для всех вариантов убранства зала совершенно одинаковы при плотностях фильмокопий 1,1 и выше; они практически мало отличаются при плотностях около 0,94, и только при плотностях фильмокопий порядка 0,5  $\div$  0,6 величины засветки начинают сильно зависеть от коэффициентов отражения стен и драпировок.

Экстраполяция кривых до значения пропускания фильмокопии, равного 100%, показывает, что величина относительной паразитной засветки при коэффициенте пропускания фильмокопии, равном 80%, ока-

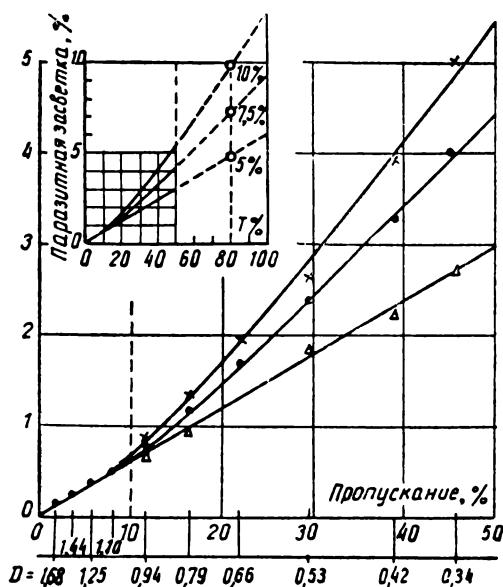


Рис. 1. Зависимость яркости паразитной засветки от коэффициента пропускания фильмоокопии

зывается такой же, как и при работе проектора без фильма в кадровом окне. Это обстоятельство можно объяснить тем, что величина 80% примерно соответствует коэффициенту пропускания объектива кино-проектора вместе со стеклом проекционного окна аппаратурой.

Примененный метод измерений полностью совпадает с методом, рекомендуемым DIN 15571, и является весьма удобным, тем более что маска может быть установлена прямо в кадровом окне проектора.

Существующие нормы яркости, установленные в различных странах, сопоставлены на рис. 2. Здесь двойными заштрихованными линиями показаны основные значения уровней яркости; длины этих линий соответствуют величинам допусков, а длины сторон ромбов — спадам, происходящим при различных условиях наблюдения.

В итоге анализа норм и результатов проведенных измерений делаются следующие предложения:

а) нормальный уровень яркости экранов в кинотеатрах не должен быть ниже старой нормы 32 нт (100 асб) и должен размещаться в пределах 32—45 нт;

б) минимальный уровень яркости не должен быть ниже старой нормы 32 нт;

в) максимальный уровень не должен превышать удвоенной минимальной величины, т. е. 64 нт (200 асб);

г) минимальный уровень яркости экранов просмотровых залов должен быть равным нормальному

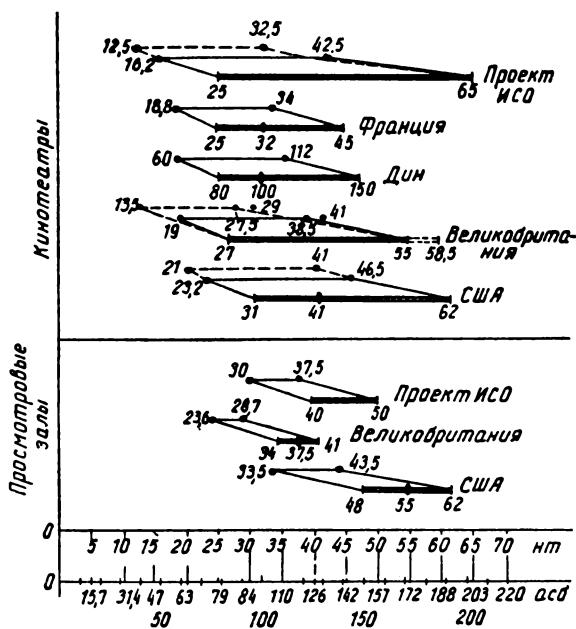


Рис. 2. Нормы яркости киноэкранов в различных странах

уровню для экранов кинотеатров. Максимальный уровень может достигать значения, принимаемого для кинотеатров.

Дополнением к статье являются проекты норм для кинотеатров и просмотровых залов (35-мм и 70-мм фильмы).

Для кинотеатров рекомендуются яркости во всех точках диффузного экрана, находящиеся в пределах 30÷60 нт. Для направленных экранов рекомендуется центральная яркость в пределах 30÷60 нт при измерении из двух точек линии, пересекающей зал по-перек на расстоянии  $\frac{2}{3}$  расстояния от экрана до последнего ряда, расположенных на расстоянии одной ширины экрана от его оси по обе ее стороны.

Для диффузных экранов яркость точки, расположенной на горизонтальной оси экрана на расстоянии 5% его ширины от края, не должна быть меньше 65% его центральной яркости для нормального кадра и соответственно 50% для аноморфированного. Это распространяется на измерения, производимые из любой точки зала.

Для направленных экранов для тех же точек приведены такие же допустимые отклонения, но для случая измерения из тех двух точек зала, которые выбраны для измерения центральной яркости этих экранов.

Для экранов просмотровых залов установлена норма центральной яркости при измерении из центральной части зала, занятой креслами, в пределах 40÷50 нт. При наблюдении из этой части зала экран

для фильмов нормального формата ( $1,35:1$ ) должен иметь угловой размер  $30\div35^\circ$ . Желательно, чтобы размеры просмотровых залов при этом условии позволяли устанавливать экран высотой не менее 4 м.

Яркость в точках экрана, расположенных на его горизонтальной оси на расстоянии 5% его ширины

от края, должна находиться в пределах 75—85% от его центральной яркости при измерениях из указанной выше точки зала.

В обоих случаях измерения должны производиться цветоисправленным яркометром с углом не более  $2^\circ$ .

В. Н.

## НОВЫЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОРВО

771

На Лейпцигской весенней ярмарке 1965 г. были экспонированы новые светочувствительные материалы производства ГДР; краткие сведения о них приведены ниже.

1. Пленка «Орвохром UT-21» — цветная обращающаяся, для съемки при дневном освещении, сбалансирована на  $5500^\circ\text{K}$ , с хорошей резкостью получаемых изображений, «бриллиантностью» цветов; мелкозернистая, с большой широтой. Экспонируются из расчета 21 DIN (100 ASA или 65 ед. ГОСТ). Строение пленки: синечувствительный слой (в котором образуется желтый краситель), желтый фильтровый слой, зеленочувствительный (пурпурный краситель), красночувствительный (голубой краситель), синий противоореольный, основа, контрслой (у роликовых и плоских пленок). Зеленочувствительный слой содержит желтую маскирующую компоненту, красночувствительный — оранжевую.

Строение пленки: бесцветный защитный слой, синечувствительный слой (в котором образуется желтый краситель), желтый фильтровый, зеленочувствительный (пурпурный краситель), промежуточный слой, красночувствительный (голубой краситель), синий противоореольный, основа, контрслой (у роликовых и плоских пленок). Зеленочувствительный слой содержит желтую маскирующую компоненту, красночувствительный — оранжевую.

Пленка применяется во всех областях художественной фотографии (портретная съемка, ландшафтная, архитектурная), для технических и научных целей. Выпускается малоформатная на 36 и на 20 кадров, а также роликовая  $6\times9\text{ см}$  и плоская (форматная) от  $6,5\times9\text{ см}$  до  $24\times30\text{ см}$ . Процесс обработки состоит из следующих операций: цветное проявление  $8\div9\text{ мин}$  (при  $20^\circ\pm0,5^\circ$ ), промывка 15 мин, отбеливание 7 мин (при  $20^\circ\pm0,5^\circ$ ), промывка 5 мин, фиксирование 5 мин (при  $20^\circ\pm0,5^\circ$ ), промывка 15 мин, заключительная (стабилизирующая?) ванна 1 мин. Рецептура не приведена, но указывается, что в качестве цветного проявляющего вещества рекомендуется динтилпарафенилендиамин. Печать с маскированных негативов производится со светосильными увеличительными аппаратами на бумаге «Орвоколор СР-6» и на позитивной пленке «Орвоколор РС-9» или РС-7.

2. Цветная негативная пленка «Орвоколор NC-17» с маскированием является универсальной пленкой, применяемой при дневном и при искусственном освещении, без фильтра, сбалансирована на  $4200^\circ\text{K}$ , экспонируется из расчета 16 DIN (32 ASA или 16 ед. ГОСТ) при дневном освещении и 18 DIN (50 ASA или 32 ед. ГОСТ) при искусственном. Возникающие при съемках (при дневном и при искусственном свете) цветовые искажения компенсируются светофильтрами в процессе печати. Особенностью пленки является применение окрашенных цветных компонент.

3. Цветная обращающаяся узкая пленка «Орвоколор UK-18» предназначена для съемки при искусственном освещении, отличается от прежней пленки повышенением светочувствительности на 4 DIN, обеспечивает отличную цветопередачу, мелкое зерно, хорошую резкость. Выпускается шириной 16 см (длина 15 и 30 м); 9,5 см (9 м) и  $2\times8\text{ мм}$  (7,5 м). Строение пленки обычное; имеется синий противоореольный слой на лицевой стороне основы.

4. Универсальная телевизионная пленка OPBO UP-52. Преимущество этой пленки по сравнению с предыдущей — UP-51 — состоит в том, что ее можно использовать как обращаемую, т. е. для непосредственного получения позитива, или же проявлять, как негатив. Светочувствительность равна 27 DIN (400 ASA; 250 ед. ГОСТ). Пленка дает возможность получать очень резкие изображения, особенно если используется в качестве обращаемой. При негативном проявлении наблюдается несколько повышенная, но все же еще мелкая зернистость. Пленка обладает высокой противоореольностью. Для негативного проявления (проявитель OPBO-19) и для проявления по способу обращения рекомендуется коэффициент контрастности 1,0. Печать с негатива производится на обращаемой пленке OPBO UX-1, проявление — в проявителе OPBO-20. Обработка по способу обращения производится согласно ТУ OPBO 826, но можно пользоваться и другой рецептурой. Пленка выпускается шириной 16 мм.

5. «Орвоколор дубль-фильм DC-2» предназначена исключительно для киностудий — для изготовления контратипов с оригинального цветного негатива. Обеспечивает лучшую цветопередачу и лучшую резкость по сравнению с обычным (двухступенным) процессом контратипирования. Выпускается шириной 35, 32 (2×16) и 16 мм. Расположение слоев обычное. Зеленочувствительный слой содержит окрашенную компоненту. Между нижним (красночувствительным) слоем и основой находится противоореольный слой из коллоидного серебра.

6. Новая цветная бумага «Орвоколор CP-6». Специально предназначена для печати с негативов на пленке NC-17. Можно использовать (но с высокими значениями светофильтров) для печати с немаскированных негативов. Продолжительность обработки (без сушки) — 45 мин. Выпускается различных форматов: от 6,5×6,5 см до 50×60 см.

#### 7. Астрономические специальные пластины OPBO ZP-3.

Новый сорт астрономических пластиночек, выпускаемых в различных форматах — от 6,5×9 см до 20×30 см, — вполне удовлетворяет современным требованиям астрофотографии. Пластины — панхроматические, с противоореольным слоем; чувствительность по сравнению с прежними пластиночками увеличена в четыре раза и равна 22 DIN; коэффициент контрастности 1,5; разрешающая способность 55 лин/мм; фактор зернистости 29. Эффект Шварцшильда в случае применения этих пластиночек очень незначителен, благодаря чему они пригодны при различных выдержках — от средних до очень продолжительных.

8. Новые рентгеновские пленки OPBO RF-6, OPBO RF-61, OPBO RF-62. Первая предназначена для съемки частей тела, вторая — глазная, третья — зубная. Имеют повышенную в четыре раза по сравнению с прежними пленками чувствительность. Коэффициент контрастности  $1,8 \pm 0,2$ ; вуаль 0,8; разрешающая способность 71; фактор зернистости 38. Форматы от 9×12 см до 35×43 см.

9. Новые рентгеновские пленки «OPBO-техник RF-63», RF-64 и RF-65 — пленки на синей основе. Предназначены для промышленных и научных целей; 4-кратное увеличение чувствительности по сравнению с RF-43. Выпускаются различных форматов, а пленка RF-65 — в рулонах. Величины  $\gamma$ ,  $D_0$ , разрешающей способности и зернистости — те же.

П р и м е ч а н и е. Для всех материалов в отношении их обработки указаны номера рецептов OPBO (без приведения их состава).

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Bild und Ton, 1965, № 5, 148 — 149.
2. Информационные материалы народного предприятия «Фильмфабрик Вольфен» (ГДР).

К. М.

## Телевидение

621.397:629.19

Фототелевизионная система межпланетной космической станции «Маринер IV», Дж. Д. Аллен, JSMPT, 1965, 74, № 6, 497—500.

Кратко описано фототелевизионное оборудование межпланетной космической станции «Маринер IV», предназначеннной для съемки с близкого расстояния около 20 изображений планеты Марс. Эти изображения должны иметь в 10 раз более высокую разрешающую способность, чем при наблюдении с Земли. Информационная емкость каждого изображения 250 000 бит (телевизионная развертка 200 строк).

В качестве оптики был использован полностью металлический зеркальный телескоп системы Кассегрена (относительное отверстие 1:8, эквивалентное фокусное расстояние 300 мм) с бериллиевыми зеркалами. Затвор представлял собой периодически вращающийся диск с четырьмя отверстиями, в которые вставлены светофильтры. Предполагавшаяся оптическая выдержка 0,2 сек (запасная выдержка 0,08 сек). Разрешаемые на поверхности Марса детали имеют размер около 5 км.

Из телевизионных трубок выбран как наиболее надежный легкий и малогабаритный видикон с полностью электростатическим управлением. Мишень его была специально разработана для считывания изображения в течение 24 сек.

Весь электронный монтаж сосредоточен в двух блоках: в камере, установленной на подвижной платформе, а также внутри космической станции. Камера, содержащая телескоп, затвор, генератор на 110 кэц, предварительный усилитель, распределитель напряжения и электрический фильтр, весит приблизительно 1,6 кг. Кратко рассмотрены электрическое и контрольное оборудование и система настройки.

Л. Т.

621.397.611-182.3

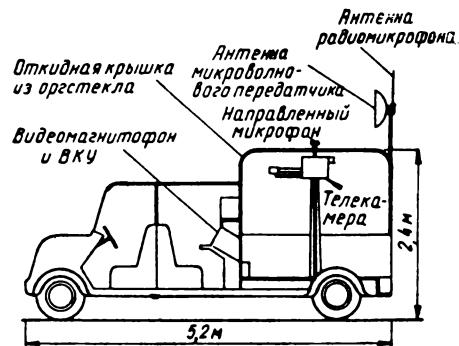
Конструкция передвижных телевизионных станций, А. С. Рознер, JSMPT, 1965, 74, № 6, 514—517.

Передвижные телевизионные станции можно разделить на три группы: большие — с полностью автономным управлением и максимальными производственными возможностями (включая видеозапись, киносъемку и телекинопроекцию); средние — более маневренные и менее сложные установки, допускающие быструю замену того или иного вида оборудования; малые — легкоподвижные установки, обычно имеющие одну телевизионную камеру, малогабаритный микшер для звука и микроволновый передат-

чик или видеомагнитофон. Качество изображения, обеспечиваемое передвижными телевизионными станциями, не должно уступать качеству, получаемому в студийных условиях. Это означает, что оборудование передвижных станций должно быть более стойким, чем на студии.

Рассматриваются принципы конструирования передвижных телевизионных станций в зависимости от их назначения: в частности, механические узлы (кузов, шасси, мотор, передача), электрические требования (источники питания), система кондиционирования воздуха (необходимая для нормальной работы электронных узлов), монтаж оборудования.

Отмечается, что конструкция передвижных станций мало изменилась со времени окончания второй мировой войны. Однако современные достижения в области транзисторной техники и микромонтажа должны внести коренные изменения в конструкцию этих станций.



Дано описание двух предлагаемых конструкций передвижных станций: одной — многоцелевого назначения (в ее составе несколько камер, видеомагнитофоны и кинооборудование); другой — однокамерной, малогабаритной и мобильной, предназначенной для трансляций непосредственно с автомобиля. Малые размеры позволяют ей проникать в самую гущу событий, например таких, как уличные демонстрации. На рисунке приведена схема однокамерной передвижной станции, снабженной видеомагнитофоном и микроволновым (радиорелейным) передатчиком. Станция снабжается кабельным микрофоном (для работы в неподвижном положении), радиомикрофоном и направленным микрофоном наверху телевизионной камеры (для работы в движении).

Л. Т.

621.397.613

**Вертолет в качестве ретранслятора телепередач, JSMPT, 1965, № 5, 412.**

Для телевизионной передачи 42-километрового марафонского бега на Всемирной олимпиаде в Токио японской радиовещательной компанией NHK был использован метод одновременной передачи с трех точек: с неподвижного пункта, автобуса и вертолета (см. рисунок). В этом случае вертолет использовали также как спутник связи для ретрансляции получаемых сигналов.



Телевизионные камеры, установленные на автобусе, были снабжены специально сконструированными вибростойкими приспособлениями, дающими возможность использовать телекамеры с фокусным расстоянием от 400 до 1000 мм.

Разработанная система селсинов позволила синхронизировать до 12 телевизионных пунктов с сигналами, посыпаемыми с пункта управления на телекомплексе.

Опорный сигнал частотой 2,25 кгц был передан через телефонную сеть. В каждом приемном пункте опорный сигнал был усилен в семь раз с целью получения сигнальной частоты строчной синхронизации. Фазовые неустойчивости (дрожание), обусловленные флюктуационными шумами и уровнями в линиях телефонной связи, были ослаблены с помощью системы авторегулировки фазы и камертонного фильтра.

Г. И.

621.397.642

**Видеопластинки, Przekrój (Польша), 1965, 1054, 9.**

В США выпущены экспериментальные пластинки, имеющие вид нормальных долгоиграющих 30-см грампластинок и содержащие запись 40 мин звука и 400 статических изображений. Изображения наблюдаются на обычном телевизоре, снабженном специальной электронной приставкой. Новая аппаратура называется «Фоновид» и предназначается пока для учебных целей.

О. Х.

621.397.613

**Новая аппаратура для телевизионных передвижек Тесла, Радио и телевидение, OIRT, 1965, № 3, 37—39.**

Описан новый тип аппаратуры, разработанной заводами Тесла — Радиоспай и Тесла — Братислава

чехословацкой радиотехнической промышленности и предназначенный для применения в телевизионных передвижках. Указано, что вся аппаратура, за исключением камер и контрольных приемников, работает исключительно на транзисторах.

В. Б.

621.397:778.534.48

**Система двухречевого сопровождения телевидения, Л. М. Кононович. Радио и телевидение, OIRT, 1965, № 3, 23—28.**

Рассмотрены способы осуществления телевизионных передач на двух языках. Описана система двухречевого сопровождения телевидения, принятая в Советском Союзе.

По этой системе сигнал первого языка передается обычным путем в диапазоне звуковых частот 30÷15 000 гц. Максимальная девиация несущей частоты сигналом первого языка снижается с 50 до 40 кгц. Сигнал второго языка передается с помощью однополосной модуляции поднесущей частоты, равной  $\frac{3}{2}$  частоты строчной развертки (т. е. около 23,5 кгц). Передается верхняя боковая полоса модуляции, т. е. частоты 23,5—30,5 кгц; при этом сама поднесущая частота подавляется практически полностью. Максимальная девиация несущей частоты при передаче сигналов второго языка принята равной 15 кгц. Отмечено, что прием канала первого языка производится на любой телевизор обычным путем. Для приема второго языка вводить декодирующее устройство внутрь телевизора предполагается только в самых дорогих моделях. В остальных типах телевизоров предусматривается разъем, в который может быть включена приставка, обеспечивающая прием второго языка.

В. Б.

621.391

**Информационный расчет линейных предыскажающих устройств в телевидении, Л. И. Хромов, В. И. Ресин, Радиотехника, 1965, 20, № 2, 41—44.**

Дано расчетное выражение критерия оптимальности системы, имеющего информационный смысл. Проведен расчет предыскажающего устройства телевизионной системы с двумя источниками шума: внутреннего, расположенного до предыскажающего фильтра, и внешнего, расположенного после фильтра. Отмечено, что фильтр, оптимальный по максимуму указанного критерия, существенно отличается от оптимальных согласованных фильтров, обеспечивающих наилучшие условия обнаружения одиночной детали на фоне шума.

В. Б.

624.97:621.397

**Башенные постройки для радиотехнических целей германской почты в ГДР, Х. Шуберт, Г. Гензел. Радио и телевидение, OIRT, 1965, № 1, 27—37.**

Изложены современные взгляды на проектирование и строительство в ГДР строений, антенн и аппаратуры для УКВ-ЧМ радиовещательных и телевизионных передатчиков и сети радиорелейных линий. Отмечена перспективность строений башенного типа из армированного бетона. Рассмотрены функция и конструктивные особенности башен. Дано описание применяемой на башнях аппаратуры: радиотехнической аппаратуры; телевизионных передатчиков на различные диапазоны волн; УКВ-ЧМ радиовещатель-

ных передатчиков; антенн УКВ-ЧМ и телевизионных передатчиков; источников тока; высоковольтных и низковольтных установок; аварийных источников тока; заземлений и грозозащиты; установок охлаждения, климатизации и отопления; установок связи.

В. Б.

778.531

Сочетание времени продергивания пленки с последованием люминофора при записи телевизионных изображений, П. Г. Тагер, ЖНиПФК, 1965, 10, вып. 4, 294—296.

Отыскание оптимальных условий записи телевизионных изображений киносъемочным аппаратом с быстрым продергиванием пленки сводится к вычислению различных режимов работы системы в целом по ранее выведенным формулам. В соответствии с

этим Ионов осуществил такие расчеты на электронной машине «Минск-1» при общепринятых значениях параметров советского телевизионного стандарта и для времени продергивания пленки в киносъемочном аппарате от 1,5 до 19 мсек и постоянной времени затухания люминофора от 0,1 до 100 мсек.

Показано, что практически оптимальным вариантом, обеспечивающим резкое возрастание надежности работы киносъемочного аппарата, его эксплуатационной устойчивости и всей системы в целом при вполне допустимых значениях искажений передачи плотности при записи элементов телевизионного изображения является такой, в котором одновременно используется кинескоп с люминофором с постоянной времени затухания порядка 8—10 мсек и киносъемочный аппарат с временем продергивания пленки порядка 7—10 мсек.

П. Т.

## Запись и воспроизведение звука

681.84

Венгерский репортажный магнитофон R-5, Радио и телевидение, OIRT, 1965, № 3, 35—36.

Описан репортажный магнитофон типа R-5, предназначенный исключительно для репортажных целей. Приведены основные технические данные магнитофона:

- 1) диаметр катушки с лентой 100 мм; на ленте записывается одна дорожка;
- 2) скорость протягивания ленты: 9,53 см/сек;
- 3) диапазон частот: 60 гц  $\div$  10 кгц;
- 4) выходное напряжение: макс. 2 в при сопротивлении 600 ом;
- 5) контрольное прослушивание с помощью наушников;
- 6) нелинейные искажения при частоте 1 кгц меньше 3%;
- 7) дисторсия меньше  $\pm 0,5\%$  (взвешенное значение);
- 8) потребление тока при записи 160  $\div$  180 ма;
- 9) питание от батареи 9 в;
- 10) время перемотки меньше 2 мин;
- 11) вес микрофона 165 г;
- 12) размеры магнитофона 227  $\times$  180  $\times$  70 мм;
- 13) вес магнитофона без батареи и ленты 2230 г;
- 14) вес батареи 560 г;
- 15) вес приставки для питания магнитофона от сети 880 г.

В. Б.

681.083.84

О сроке службы магнитной ленты, Д. Т. Мюллен, Audio, 1965, 49, № 6, 19—20.

Круглосуточный прогон магнитных лент, проводимый в течение нескольких лет (что эквивалентно нормальному работе лент в течение 100 лет), не привел к заметному изменению параметров этих лент. Испытывались записи, сделанные в 1949 г. и хранившиеся в довольно тяжелых условиях (до +50°С летом и до —38°С зимой), качество записей не изменилось.

Указывается, что современные магнитные ленты не требуют никакой смазки, так как имеют силиконовую пропитку. Для длительного хранения рекомендуются магнитные ленты на полиэфирной основе, так как они в 15 раз менее чувствительны к влажности, чем ленты на ацетатной основе. Идеальными условиями для хранения указывается температура 15  $\div$  28°С при влажности 40—60%. Высохшие ленты легко восстанавливают свои свойства после 24-часового пребывания в условиях повышенной влажности. Особое внимание следует обращать на аккуратность намотки ленты, следует избегать чрезмерного натяжения. Утверждается, что хорошая магнитная лента в нормальных условиях может работать неограниченно долго.

О. Х.

681.84.086

Звукоусилительная аппаратура в новом театре Нью-Йорка, И. У. Вуд, Д. С. Фишмен, Journ. Audio Eng. Soc., 1965, 13, № 2, 104—110.

Театр в Нью-Йорке был первоначально построен для балета и оперетты; электроакустическое оборудование его позволило ставить музыкальные комедии и драмы. В театре установлено 10 стоечных микрофонов на сцене, четыре оркестровых микрофона, два дикторских микрофона, возможно использование выносных микрофонов, в том числе 10 радиомикрофонов. По бокам сцены установлены акустические колонны из двухполосных громкоговорителей, громкоговорители установлены и на потолке. Для усиления сигналов используются 13 усилителей «Альтек 1570-В» мощностью 175 вт каждый, имеется два резервных усилителя. Контроль всех трактов производится специальным сигналом 440 гц, этот же сигнал подается во все служебные и артистические помещения в качестве эталона частоты. Кроме звукоусиления, электроакустическое оборудование выполняет и

все вспомогательные задачи оповещения и связи. Имеются петли индукционной связи для устройства системы перевода на зрительских местах.

О. Х.

621.396.693

**Воспроизведение низких частот небольшими громкоговорителями**, Б. Егер, Л. Хэлл, Audio, 1965, № 6, 21, 22, 51, 52.

В домашних условиях не всегда можно использовать большие громкоговорители, эффективно воспроизводящие низшие частоты звукового диапазона. Слушание на сравнительно малых уровнях порядка 80 дБ требует подъем низких частот в связи с особенностями слуха. Обычные регуляторы тембра не могут обеспечить нужную частотную характеристику, так как дают подъем, начинающийся с 1000 гц. При этом получается слуховое ощущение подъема средних частот. Фирмой Альтек выпущено устройство, представляющее собой фильтр низких частот, частотная характеристика которого с точностью до 1 дБ следует кривой, равной громкости с уровнем 80 дБ. Размеры фильтра 13×7×6 см. Применение фильтра требует запаса по мощности. Если, например, используются громкоговорители с высоким к. п. д., то для озвучивания комнаты необходим усилитель мощностью 15—20 вт; при громкоговорителях с малым к. п. д. необходима мощность 50—75 вт. Указывается на значительное улучшение звучания при использовании фильтра.

О. Х.

681.87

**Идеальная и реальные стереофонические системы**, П. Г. Тагер, Радиотехника, 1965, 20, № 6, 35—40.

Дано определение идеальной стереофонической системы, и приведен теоретический пример построения такой системы. Дано определение реальной стереофонической системы, и сформулировано основное требование к ней — воссоздание эффекта локализации каждого источника звука во вторичном поле. Отмечено, что уверенный эффект локализации получается в первичном, свободном звуковом поле, в котором — в соответствии с известным из эксперимента фактом — колебания частиц воздуха происходят прямолинейно в направлении от каждого действительного источника звука к каждой точке этого поля. Доказано, что в общем случае многоканальная система не может восстановить во вторичном поле прямолинейные колебания частиц воздуха, а превращает их в эллиптические, и потому не может обеспечить условия локализации каждого источника звука. Доказано, что принципиальной причиной чисто физического характера, делающей невозможным получение

непрекращенного стереофонического эффекта во всех точках вторичного поля многоканальной системы, является недостаточная скорость звука в воздухе. Отмечено, что при правильном использовании установленных в статье закономерностей можно получить отличный и хороший стереофонический эффект на всей площади зрительного зала, а не только в его отдельных и случайных местах, как это было до сих пор.

П. Т.

534.6.08:534.87

**Об одном способе непрерывного автоматического измерения корреляционных функций случайных сигналов звуковой частоты**, Б. Г. Белкин, Акустический журнал, 1965, XI, вып. 2, 137—139.

Дано описание прибора для автоматического измерения нормированных функций текущей взаимной и автокорреляции нестационарных электрических или акустических сигналов. Указано, что основное преимущество прибора по сравнению с общизвестными схемами состоит в том, что благодаря наличию в усилителях прибора систем автоматической регулировки усиления, поддерживающих постоянными средние квадраты выходных напряжений, могут быть существенно ослаблены требования к динамическому диапазону квадрирующих устройств прибора.

В. Б.

534.833.524.2

**О звукоизоляции двойных ограждений со связью по контуру**, В. И. Зaborов, Акустический журнал, 1965, XI, вып. 2, 160—167.

Изложен приближенный расчет звукоизоляции двойного ограждения со связью по контуру. Ограждение состоит из двух одинаковых плит, жестко связанных с плитами-ребрами. Получены простые выражения для вычисления дополнительной звукоизоляции двойного ограждения по сравнению с однослойным.

В. Б.

534.284

**Влияние неточностей конструкции двухслойных систем на их фильтрующие свойства**, Т. Д. Кудрявцева, Б. Д. Гартаковский, Акустический журнал, 1965, XI, вып. 2, 187—191.

Приведены результаты исследования влияния неточностей конструкции двухслойных систем на их фильтрующие свойства, позволяющие оценить величины поправок, вызванных неточностью конструкции для тех случаев, когда представляет интерес коэффициент прозрачности фильтра

В. Б.

## Оптика и светотехника

621.326:546.15

**Опыт киностудии MGM по использованию кварцево-йодных осветителей**, JSMPT, 1965, 74, № 7, 618, 620.

Сообщается о преимуществах съемки цветных кинофильмов с помощью осветительных приборов «Ко-

лорТран» с кварцево-йодными лампами, отличающимися постоянством интенсивности излучения и цветовой температуры, портативностью и выгодными технико-экономическими показателями.

Недавно на киностудии MGM (Метро-Голливуд-Майер) была проведена серия испытаний для опре-

деления целесообразности замены осветителей с обычными лампами накаливания осветителями с кварцево-йодными лампами.

Уровень освещения кинодекораций на этой студии с обычными источниками света составляет 1600 лк при силе потребляемого тока почти 900 а. Однако при применении осветителей с кварцево-йодными лампами типа «КолорТран» уровень освещения декораций повышается до 4300 лк при снижении потребляемого тока до 280 а.

Оценка отснятого материала показала полную приемлемость новых источников света, отвечающих всем требованиям съемки художественных фильмов как по отличной цветопередаче, так и по экономическим данным (расход электроэнергии, затраты по труду и т. д.).

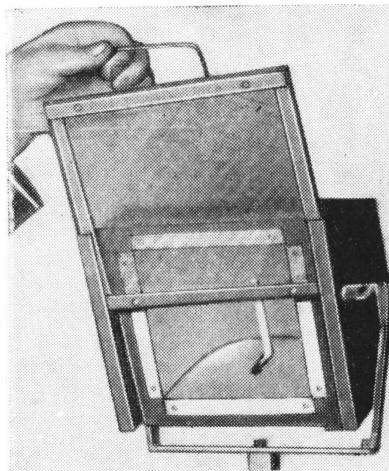
Практическим результатом проведенных испытаний явился перевод съемки всех телевизионных фильмов на киностудии MGM на использование кварцево-йодных осветителей. Об этом сообщил в своем докладе «Оптические системы с кварцево-йодными лампами» представитель фирмы КолорТран Индастриес на 97-й Технической конференции ассоциации кино- и телевизионных инженеров в Лос-Анджелесе 2 апреля 1965 г.

г. и.

621.326:546.15

#### Кварцево-йодный осветитель с переменным светорассеянием, JSMPT, 1965, 74, № 7, 646.

Новый прибор из серии осветителей с кварцево-йодной лампой типа «КолорТран» позволяет изменять ширину луча в достаточно широких пределах (см. рисунок).



На расстоянии 3 м ширина освещаемого поля может изменяться в пределах от 7 до 13 м (при  $0.1 I_{\text{макс}}$ ). При  $0.5 I_{\text{макс}}$  ширина пятна может изменяться в пределах от 5 до 9 м.

Ширина луча и интенсивность светоизлучения регулируются ручкой, расположенной сзади корпуса прибора.

Вес прибора 3,5 кг; габариты 225×225×200 мм.

В приборе применяются кварцево-йодные лампы с цветовой температурой 3200° К мощностью 500, 750 и 1000 вт, напряжением 120 в. Может также приме-

няться кварцево-йодная лампа мощностью 800 вт, напряжением 230 в.

г. и.

778.23:621.327.52:546.295

**Мощные ксеноновые лампы с водяным охлаждением электродов**, У. Е. Турет, Г. С. Стравасс, С. Ф. Корторилло, Г. Кии, Illuminating Engineering, 1965, LX, № 5, 339—347.

Статья представляет собой более подробное изложение материала этих же авторов, опубликованного в журнале «Illuminating Engineering» в 1964 г. (см. «Техника кино и телевидения», 1965, № 3, стр. 81—82).

Экспериментальные работы по созданию газоразрядных ксеноновых ламп сверхвысокого давления мощностью 20—40 квт позволяют сделать следующие выводы:

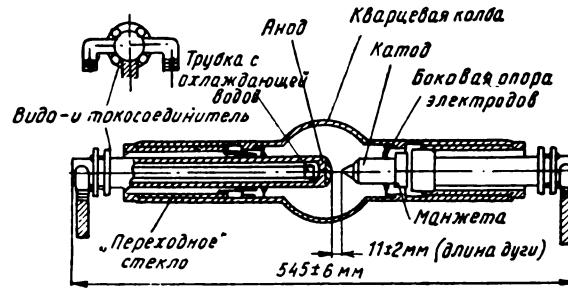
1) относительно небольшое количество воды (3,5—6,0 галлонов в минуту), циркулирующее через анод или оба электрода, дает возможность снять от 25 до 40% общей мощности 20—25-киловаттной ксеноновой лампы. Охлаждаемая жидкость может поступать через рециркуляционный теплообменник приемлемых размеров и производительности;

2) так как благодаря охлаждаемой воде удается снять относительно большую часть расходуемой мощности, соответственно может быть увеличена нагрузка на колбу лампы;

3) вследствие высокой эффективности, создаваемой водяным охлаждением электродов и примыкающей к ним зоной, вполне допустима работа лампы как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. При этом стабильность и положение дуги не изменяются;

4) конструкция и технология изготовления герметического водо- и токопровода к концам электродов относительно проста даже при силе тока до 450 а;

5) благодаря водяному охлаждению удается значительно уменьшить общие габариты лампы.



На рисунке показана конструктивная схема 20-киловаттной ксеноновой лампы с водяным охлаждением электродов. Особенностью конструкции являются водоподводящие трубы, подводящие к электродам также электрический ток силой 450 а, для надежного вакуумного уплотнения они припаиваются к обжимным манжетам из металла «Ковар». Первообразные края этих манжет соединяются с шейкой колбы калиброванным («переходным») стеклом.

г. и.

778.23:621.327.52:546.295

**Водоохлаждаемые 30-киловаттные ксеноновые лампы**, О. Е. Лингард, Illuminating Engineering, 1965, LX, № 5, 348—352.

Сообщается о результатах работ в области кон-

стрирования водоохлаждаемых ксеноновых ламп с короткой дугой мощностью 20—30 квт. Указывается, что в настоящее время удалось разработать лампы подобной мощности со сроком службы 300 часов.

Ниже приводится баланс энергии 30 киловаттной ксеноновой лампы:

1. Излучение дуги . . . . .	15 квт
2. Потери на аноде . . . . .	10 квт
3. Потери на катоде (расчетные) . .	1,2 квт
4. Косвенные потери (конвекционные потоки газа, нагревающие колбу)	3,8 квт

Итого . . . 30 квт

Ведутся работы в направлении создания более мощных ламп.

Г. И.

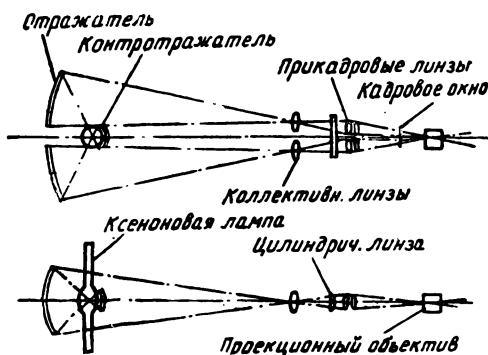
778.23:621.327.52:546.295

**Ксеноновая осветительная система для проецирования 35- и 70-мм фильмов.** А. Т. Падер, Д. Мортенсен, JSMPT, 1965, 74, № 7, 594—597.

Дано описание осветительной оптики с газоразрядной ксеноновой лампой мощностью 2,5 квт, предназначенной для освещения кадрового окна при проецировании 35- и 70-мм фильмов.

Известно, что изображение дугового разряда ксеноновой лампы не позволяет равномерно заполнить прямоугольную форму кадрового окна в фильковом канале кинопроектора. Чтобы использовать наибольшую часть дуги, необходимо применить специальную оптику.

В обычной системе наложенное, но перевернутое изображение дуги, обусловленное действием сферического контратражателя, для достижения оптимального светораспределения требует чрезвычайно точной юстировки осветительной оптики. Ксеноновые дуги весьма стабильны после нескольких минут горения, однако нет никакой гарантии, что дуга будет занимать точно такое же положение при последующих включениях или при смене лампы. Далее, изменение формата кадра или смена проекционной оптики приводит к необходимости перерасчета осветительной оптики или к тяжелым потерям в световой отдаче проектора.



Осветительная оптика, примененная в системе двойного луча XTL («Xenon Twin Light»), устраняет указанные трудности (см. рисунок). В этом случае посредством эллипсоидного отражателя, разделенного на две части с зазором между ними, формируются два луча с высокой равномерностью

в поперечном сечении. Каждая половинка отражателя формирует в своем втором фокусе промежуточное увеличенное изображение дуги. Отсюда каждый луч посредством коллективной линзы отбрасывается в прикадровую линзу. Каждая прикадровая линза в свою очередь выполняет две следующие функции: проецирует соответствующее промежуточное изображение дуги во входное отверстие проекционного объектива и одновременно обеспечивает равномерную освещенность половины кадрового окна. Таким образом, два луча, диффундируясь между собой в кадровом окне, создают равномерно освещенное поле киноизображения.

Сочетание сферического контратражателя с двумя разделенными половинками эллипсоидного отражателя позволяет получить световой поток 64 000 лм. Оптические потери в этой осветительной системе составляют 47%, что теоретически дает результатирующий световой поток, падающий на экран, приблизительно 34 000 лм (сюда не входят потери, обусловленные обтюратором, теплопропускником и проекционным объективом).

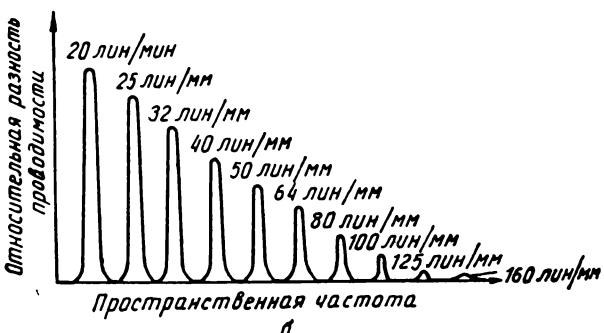
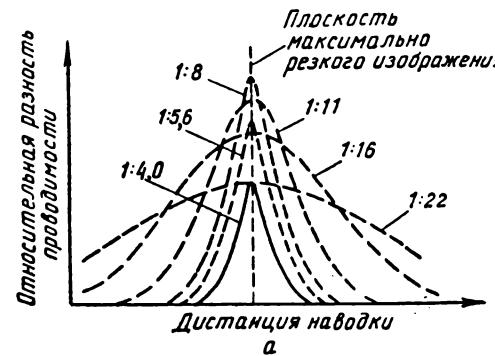
Указывается, что равномерность освещенности экрана при использовании описанной осветительной системы находится в пределах 90—95%.

Г. И.

535.82:621.383.42

**Контроль объективов при помощи фотосопротивлений.** П. Паргас, JSMPT, 1965, 74, № 6, 501—504.

Описан метод использования фотосопротивлений (CdS или CdSe) для снятия характеристик объективов, в частности таких, как эффективное фокусное расстояние, задний отрезок, положение плоскости изображения, основные aberrации и характеристики изображения.



Оптическая скамья для снятия характеристик объектива содержит стабилизированный источник света, равномерно освещдающий тест-объект, испытуемый объектив, микроскоп с микрометрической подачей и зонд с двумя фотосопротивлениями, перемещающийся в плоскости изображения тест-объекта. При наилучшей фокусировке объектива возникает максимальное различие освещенности обоих фотосопротивлений и, следовательно, максимальное различие их проводимости, которое отмечается измерительным прибором. Указывается, что полученные результаты более точны и воспроизведимы, чем получаемые при визуальной фокусировке изображения. Прибор допускает усиление контрастной чувствительности для улучшения точности настройки в случае малоконтрастного изображения.

Показана методика определения фокусного расстояния объектива и положения плоскости изображения. Прибор особенно полезен для снятия характеристик изображения. На рис. а показаны кривые для выбора оптимальной диафрагмы объектива. По вертикальной оси отложена относительная разность проводимостей обоих фотосопротивлений прибора. Как видно из рис. а, максимальная разность возникает при диафрагме 1:8, что соответствует оптимуму для данного объектива. На рис. б показана относительная разность проводимостей для изображения мир с различной пространственной частотой, по которой можно построить частотно-контрастную характеристику объектива. Прибор позволяет измерять разрешающую способность до 250 лин/мм.

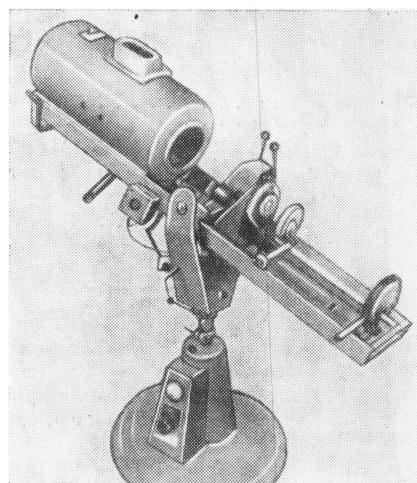
Л. Т.

778.22

«Лобстерскоп» — устройство для спецэффектов, JSMPTE, 1965, 74, № 7, 645—646.

Изложена сущность оптического приспособления

«Лобстерскоп» к известному дуговому театральному прожектору «Супер Трупер».



«Лобстерскоп» располагается на пути луча прожектора (см. рисунок) и создает стробоскопический эффект для иллюзии «тряски» и т. п. Это устройство также служит для световых эффектов, сопровождающих музыку, имитацию грома, молний, шторма.

Устройство «Лобстерскоп» по своим габаритам весьма компактно и управляет электродвигателем с переменной скоростью вращения.

Г. И.

## Авторские свидетельства СССР по кинотехнике

778.534.83

Высокоскоростная камера с зеркальной разверткой ждущего типа, А. Б. Границ, А. С. Дубовик, Г. Л. Шнирман, П. В. Кевлишвили, И. А. Королев, Г. П. Илюшин, Д. А. Гуссак, Б. Г. Белов, Б. Т. Воробьев, Авторское свидетельство № 159722, класс G03b; 57a, 61 (772041/26-10 от 2 апреля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 1.

В целях уменьшения размеров развертывающих зеркал и повышения скорости их вращения в предложенной камере с зеркальной разверткой ждущего типа, с двумя вводами на плоско-параллельные скрещенные зеркала, расположенные в двух ярусах — один над другим, — ось вращения зеркал смешена с оптической оси камеры в каждом ярусе в сторону меньших рабочих секторов.

771.427

Устройство паспортного механизма кинокопировальной аппаратуры, И. С. Голод, С. Я. Голо-

синский, Л. Г. Цифринович, Авторское свидетельство № 160425, класс G03b; 57a, 604 (785629/26-10 от 6 июля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 3.

Устройство, содержащее однооборотную муфту с электромагнитным управлением и малтийскую систему с барабаном, транспортирующим ленту. Для исключения двойного срабатывания от одного импульса и для обеспечения синхронизации включения паспортного механизма с обтюратором в устройстве ведомая часть однооборотной муфты содержит выступ и кулачок доводки, а упоры, сопрягаемые с выступом, расположены на рамке, жестко связанный с плунжером соленоида.

681.848

Устройство для синхронизации работы кинокамеры и магнитофона, С. А. Семенов, Д. О. Горелик, А. С. Дрокин, Авторское свидетельство № 160946, класс H04f; 57a, 64 (807828/26-10 от

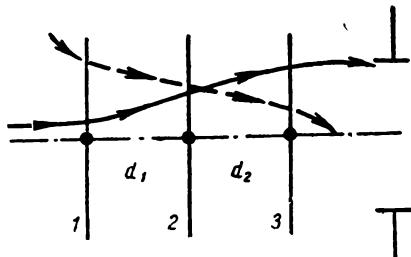
14 декабря 1962 г.), Бюллетьен изобретений, 1964, № 5.

Устройство содержит датчики скорости движения кинопленки и ферромагнитной ленты, выполненные в виде связанных с приводами кинокамеры и магнитофона кулачков. Кулачки управляют контактными группами, подключенными к источнику питания и управляющему тормозной системой электромагнитному реле. Якорь реле посредством подпружиненного стержня соединен с колодкой тормозного диска, установленного на оси регулятора скорости привода кинокамеры. В целях сохранения синхронизации движения кинопленки и магнитофонной ленты при износе тормозной колодки и тормозного диска подпружиненный стержень посредством двух шарнирно связанных рычагов соединен с корпусом электромагнитного реле, установленного на шарнире.

535.82

**Афокальная цилиндрическая насадка к объективу,** Б. Н. Бегунов, Авторское свидетельство № 160008, класс G02b; 42h, 6o (798477/26-10 от 13 октября 1962 г.), Бюллетьен изобретений, 1964, № 2.

1. С целью упрощения аберрационной коррекции в афокальной цилиндрической насадке, состоящей из первых двух отрицательных, а третьего положительного компонента, отношение значений воздушных промежутков между компонентами составляет величину от 0.4 до 2.5.



2. Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что два ее компонента выполнены подвижными вдоль оси. Каждый из подвижных компонентов может перемещаться независимо друг от друга. На рисунке: 1—3 — компоненты насадки;  $d_1$  —  $d_2$  — воздушные промежутки между компонентами.

534.843

**Способ моделирования акустических процессов в закрытых помещениях,** Б. Г. Белкин, Авторское свидетельство № 161527, класс G01h; 42g, 1o (830 212/26-10 от 10 апреля 1963 г.), Бюллетьен изобретений, 1964, № 7.

1. Способ моделирования акустических процессов с помощью ультразвуковых сигналов, излучаемых и принимаемых в уменьшенной модели исследуемого помещения. С целью сужения частотного диапазона сигнала низкой частоты, подлежащий преобразованию в ультразвуковой сигнал, разделяется на низкочастотную и высокочастотную составляющие. Низкочастотная составляющая преобразуется в ультразвук транспортированием спектра вверх путем записи ее на магнитную ленту; высокочастотная составляющая — путем амплитудной модуляции ее синусоидального колебания некоторой высокой частоты и

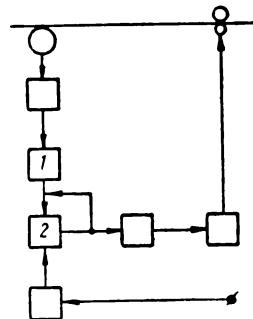
последующего выделения и излучения в модели одной боковой частоты модулированного колебания.

2. Способ по п. 1, по которому для синхронизации низкочастотной и высокочастотной составляющих сигнала, прошедшего через модель, составляющие сигнала предварительно записываются на раздельные дорожки одной ленты многоканального магнитофона и затем воспроизводятся поочередно. Низкочастотная составляющая воспроизводится на соответственно повышенной скорости, а сигналы, принятые при очередном воспроизведении низкочастотной и высокочастотной составляющих, записываются на другие дорожки той же магнитной ленты.

681.083.84

**Способ автоматического регулирования скорости движения магнитной ленты,** В. И. Лазарев, Авторское свидетельство № 163 205, класс H04f; 21 a<sup>1</sup>, 3542 (811828/26-9 от 4 января 1963 г.), Бюллетьен изобретений, 1964, № 12.

Способ, по которому для устранения медленных изменений фазы воспроизводимого сигнала в цепь управляющего сигнала опорной частоты включают

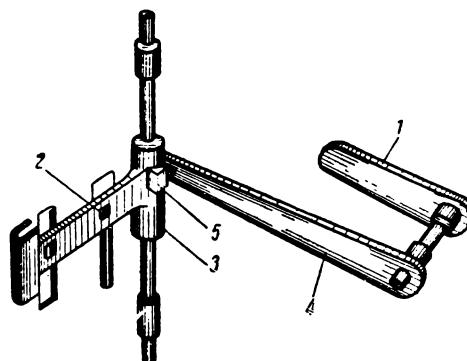


широтный модулятор. Модулятор управляется сигналом фазовой статической ошибки, поступающим с фазового дискриминатора. На рисунке: 1 — широтный модулятор; 2 — фазовый дискриминатор.

778.553.1

**Грейферный механизм для транспортирования киноленты,** И. С. Голод, А. Н. Зайцев, Авторское свидетельство № 163488, класс G03b; 57a, 33 (791075/26-10 от 16 августа 1962 г.), Бюллетьен изобретений, 1964, № 12.

Грейферный механизм для транспортирования киноленты с повышенной высотой кадра в кинокопиро-



вальных аппаратах. Механизм имеет неподвижные зубья контргрейфера и пульсирующий фильмовый канал. С целью увеличения хода грейфера качающийся рычаг механизма, осуществляющий передвижение зубьев грейфера, связан с качающейся грейферной рамкой через дополнительный рычаг посредством шарнирного соединения. На рисунке: 1 — качающийся рычаг; 2 — зубья грейфера; 3 — грейферная рамка; 4 — дополнительный рычаг; 5 — шарнирное соединение.

778.53

**Киносъемочный аппарат**, Г. А. Шмидт, Н. Е. Лейтес, Авторское свидетельство № 163889, класс G03b; 57a, 53 (762708/26-10 от 5 февраля 1962 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 13.

Киносъемочный аппарат для скоростных и комбинированных съемок с фильмовым каналом и грейферным механизмом. Фильмовый канал аппарата допускает одновременное транспортирование двух, например, 70-мм пленок. Грейферный механизм аппарата снабжен передними и задними салазками. Задние салазки механизма выполнены подвижными и снабжены фиксирующими их положение штифтами, что позволяет повысить резкость фокусировки при съемке на одну пленку.

534.84

**Способ моделирования помещений**, А. Н. Качеровский, Ю. А. Индлин, Ю. Н. Гребешков, Авторское свидетельство № 164494, класс G06f; 42t, 36 (851876/26-24 от 10 августа 1963 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 15.

Способ моделирования помещений, основанный на получении структуры отражений и времени реверберации. Для субъективной оценки качества звучания

в проектируемом помещении структуру ранних отражений и время реверберации по этому методу получают с помощью ультразвуковой установки в модели и воспроизводят электроакустической установкой.

771.5

**Способ измерения толщины сырого слоя фотографической эмульсии**, А. И. Бабчин, Авторское свидетельство № 165079, класс G03c; 57b; 60 (826749/26-10 от 25 марта 1963 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 17.

Способ измерения толщины фотографической эмульсии при ее поливе на движущуюся подложку с помощью направленных электромагнитных волн СВЧ-диапазона, распространяющихся от волновода. Измеряя величину волнового сопротивления нанесенного слоя и преобразовывая сигнал с учетом удельного сопротивления эмульсионного слоя в специальном блоке, получают сигнал, пропорциональный толщине нанесенного сырого слоя.

534.6

**Способ измерения нелинейных искажений микрофонов**, В. В. Раковский, Авторское свидетельство № 165773, класс G01g; 21a<sup>2</sup>, 36<sub>13</sub> (827424/26-9 от 25 марта 1963 г.), Бюллетень изобретений, 1964, № 20.

В целях исключения влияния на результат измерений нелинейных искажений динамических репродукторов акустический испытательный сигнал воспроизводится двумя динамическими репродукторами, излучающими два синусоидальных колебания различной частоты. Нелинейные искажения микрофона определяются, измеряя на его выходе напряжение, пропорциональное разности частот испытательного сигнала.

В. В.

## К 80-ЛЕТИЮ П. В. ШМАКОВА



Специалистам радиотехники и телевидения хорошо известно имя пионера отечественного телевидения заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук профессора П. В. Шмакова, автора более 160 опубликованных научных трудов, крупнейшего педагога высшей школы, активного общественно-политического деятеля, заботливого воспитателя молодежи и специалистов в области телевидения.

Труды Павла Васильевича Шмакова широко известны и за рубежом, ряд его научных работ опубликован на немецком, английском и французском языках.

28 декабря 1965 г. исполняется 80 лет со дня рождения П. В. Шмакова, создателя и бессменного руководителя кафедры телевидения Ленинградского электротехнического института связи имени проф. М. А. Бонч-Бруевича.

Павел Васильевич Шмаков родился во Владимирской губернии в крестьянской семье. По окончании сельской школы (1897 г.) вступил на трудовой путь, продолжая заниматься самообразованием. Выдержав экстерном экзамены на аттестат зрелости (1907 г.), П. В. Шмаков поступил в Московский университет на физико-математический факультет и закончил его с дипломом первой степени (1913 г.). Еще студентом он приступил к исследовательской работе по физике под руководством проф. П. Н. Лебедева, а затем академика П. П. Лазарева. Призыв в армию и отправка на фронт (1914—1918 гг.) прервали творческую деятельность Павла Васильевича. С 1918 по 1921 г. П. В. Шмаков служил в рядах Красной Армии и был активным участником строительства первых советских мощных радиостанций, членом Высшего радиосовета при НКПиТ и заведующим радиосекцией ВСНХ.

С 1920 г. Павел Васильевич вновь приступил к исследовательской работе по радиотехнике. Он положил начало многоканальному телефонированию по проводам токами высокой частоты. В 1928 г. руково-

димая П. В. Шмаковым лаборатория устанавливает фототелеграфную связь по радио Москва — Берлин и радиотелефонную связь Москва — Свердловск.

С 1929 г. П. В. Шмаков начинает исследования в области телевидения и активно продолжает их и в настоящее время. Его лаборатория положила начало телевизионному вещанию через московские радиовещательные станции (1931 г.), им изобретена (совместно с П. В. Тимофеевым) телевизионная передающая трубка с переносом изображения (1933 г.), работающая и по настоящее время на телекомпаниях страны.

Под руководством П. В. Шмакова на его кафедре в ЛЭИСе разработаны новые телевизионные системы: объемного телевидения (1950 г.), стереосцветного телевидения (1959 г.) и цветного фототелеграфа (1961 г.). Для расширения зоны телевизионного вещания П. В. Шмаков предложил использовать летательные ретрансляторы: самолеты (1936 г.) и искусственные спутники Земли (1947 г.).

С 1921 г. П. В. Шмаков ведет и большую педагогическую деятельность во втузах по преподаванию радиотехники, фототелеграфии, а затем и телевидения. В 1937 г. он организовал кафедру телевидения в Ленинградском электротехническом институте связи имени проф. М. А. Бонч-Бруевича, ставшую одной из крупнейших школ подготовки инженеров и научных работников в области телевидения. Павел Васильевич лично и коллектив кафедры под его руководством создали ряд учебных пособий, среди них такие, как учебник по курсу телевидения, монографии «Цветное и стереоскопическое телевидение», «Теория и практика цветного телевидения» и ряд других.

Не менее известна и общественно-политическая деятельность П. В. Шмакова. Она началась с юных лет, с участия в забастовке железнодорожников и постройке баррикад в Москве (декабрь 1905 г.) и участия в студенческих забастовках (1911 г.) и прошла через избрание П. В. Шмакова представителем Полкового комитета (1917 г.) и председателем волостного Земельного комитета (1918 г.), председателем Ленинградского отделения научно-технического общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова, почетным председателем которого он является и ныне. В период с 1953 по 1961 г. П. В. Шмаков избирается депутатом Ленинградского городского совета депутатов трудящихся.

П. В. Шмаков — активный член научно-технических советов ряда министерств и промышленных предприятий, член редколлегии журналов «Техника кино и телевидения» и «Электросвязь», участник ряда международных симпозиумов.

Многогранная научно-педагогическая и общественная деятельность проф. П. В. Шмакова неоднократно высоко оценивалась правительством. Ему присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, он награжден орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалями.

Редакция и редколлегия журнала «Техника кино и телевидения» сердечно поздравляют Павла Васильевича Шмакова со славным юбилеем, желают ему здоровья и дальнейших творческих успехов в развитии и совершенствовании отечественного телевидения.

**РУЧНОЙ ОПЕРАТОРСКИЙ КРАН**

СКБК Госкомитета Совета министров СССР по кинематографии совместно с работниками киностудии детских и юношеских фильмов им. М. Горького разработали основные технические требования на ручной операторский кран КОР-1. На основании этих требований в СКБК спроектированы и изготовлены три ручных операторских крана КОР-1, которые в настоящее время эксплуатируются на киностудии им. М. Горького.

Основное назначение крана — киносъемка с движения в павильоне.

Операторский кран КОР-1 (см. рисунок) состоит из следующих элементов: 1 — тележка; 2 — колонна; 3 — головка колонны; 4 — стрела; 5 — головка стрелы; 6 — лира; 7 — противовес.

Лира 6 и противовес 7 соединены с колонной 2 шарнирным четырехзвенным, обеспечивающим поступательное перемещение площадки кинокамеры на лире 6, а также противовеса 7 при любых наклонах стрелы 4. Стrelа изготовлена из трех алюминиевых труб. Тележка 1 представляет собой сварную конструкцию коробчатой формы, к которой на поворотных шарнирах-подвесах крепятся ходовые обрезиненные колеса определенного профиля, обеспечивающие движение тележки по трубчатым рельсам (они входят в комплект крана) и по полу павильона.

Конструкция шарниров ходовых колес обеспечивает движение тележки по закруглениям рельсово-го пути либо повороты на ходу (минимальный радиус закрепления 3 м).

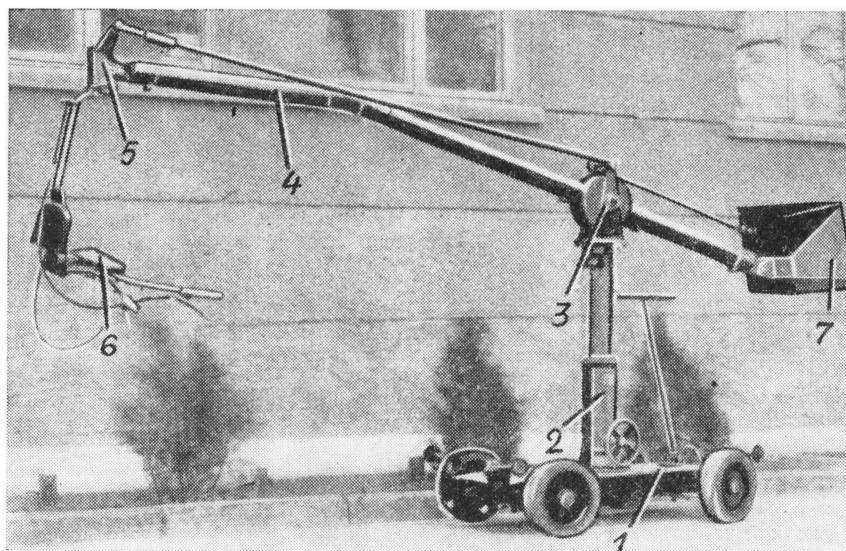
Тележка управляется дышлом, которое можно установить как с одной, так и с другой ее стороны. Четыре домкрата обеспечивают неподвижную установку крана.

На верхней поверхности тележки 1 устанавливается колонна 2 с механизмом подъема, опускания и поворота стрелы вокруг вертикальной оси. Управление подъемом и опусканием стрелы осуществляется маховиком через винтовую передачу.

Установка стрелы по высоте фиксируется зажимным тормозом.

К колонне 2 сверху крепится головка колонны 3, в которой смонтированы шарнир вращения стрелы в вертикальной плоскости с тормозом. Тормоз ленточный, нормально замкнутый, управляемый — суммарного действия (т. е. создание тормозного момента не зависит от направления вращения стрелы). Приводной рычаг управления тормозом расположен на левой рукоятке лиры 6.

В верхней части головки колонны смонтированы два шарнира, соединяющие ее с головкой стрелы 5 и противовесом 7 при помощи тяг.



Ручной операторский кран КОР-1

Головка стрелы 5 служит коротким звеном большого шарнирного четырехзвенника и предназначена для крепления лиры 6. В головке стрелы установлен шарнир вращения лиры вокруг вертикальной оси и механизм, стопорящий вращение лиры.

Лира 6 предназначена для установки и управления кинокамерой и состоит из трех шарнирно соединенных между собой звеньев. При помощи верхнего звена с фланцем лира крепится к головке стрелы 5.

Нижнее звено несет на себе площадку с конгрессным винтом для установки кинокамеры.

Шарнир верхнего и нижнего звена обеспечивает вращение площадки с кинокамерой в вертикальной плоскости. В этом же шарнире смонтирован тормоз вращения, управление которым осуществляется правой рукояткой лиры.

Площадка для кинокамеры имеет регулировки установки высоты центра тяжести кинокамеры в зависимости от типа кинокамеры; установки центра тяжести кинокамеры в поперечном направлении и установки площадки по уровню.

Фиксирование площадки лиры после второй и третьей регулировок производится винтом.

Для управления кинокамерой лира снабжена двумя рычагами, на которых укреплены ручки с механизмами управления ленточными тормозами (в правой ручке — рычаг тормоза лиры 6, в левой ручке — рычаг тормоза стрелы 4).

Лира крана спроектирована с расчетом установки на ее площадке киносъемочных камер типа «СК-1», «Дружба», «СК-70», «Эра» и «Конвас».

Кран КОР-1 портативен, удобен в работе, позволяет оператору производить съемку объектов под разными углами как с места, так и в движении.

Для киносъемки в движение кран комплектуется легкосъемной площадкой.

В конструкторской разработке крана КОР-1 принимали участие работники отдела технологического кинооборудования СКБК М. А. Фельдман, Г. И. Хазин, А. Д. Лукьянов и др.

#### Основные технические показатели крана:

Вылет стрелы	2500 м.м.
Наклон стрелы вокруг горизонтальной оси	± 45°
Вращение стрелы вокруг вертикальной оси	360°
Наклон площадки кинокамеры вокруг горизонтальной оси	90°
Вращение площадки кинокамеры вокруг вертикальной оси лиры	± 160°
Максимальная грузоподъемность	100 кг
Рельсы крана трубчатые	Ø 1"
Ширина колеи	700 м.м.
База тележки	1100 м.м.
Управление рабочими движениями крана	ручное
Тормоз вращения стрелы вокруг горизонтальной оси	нормально замкнутый, управляемый.
Тормоз вращения площадки кинокамеры вокруг горизонтальной оси	колодочный, управляемый.
Тормоз вращения стрелы вокруг вертикальной оси	

#### Габариты крана:

длина	4300 м.м.
ширина	800 м.м.
высота	2000 м.м.
Вес крана	250 кг.

В. Р.  
Д. М.

### К ЧИТАТЕЛЯМ НАШЕГО ЖУРНАЛА

**Редакция совместно с редколлегией приступила к составлению плана журнала на будущий год. Мы хотели бы наиболее полно использовать предложения и пожелания наших читателей, чтобы сделать журнал содержательнее и интереснее.**

**Какие темы вы считаете наиболее актуальными и нужными? Какие статьи вы хотели бы прочитать? Какие разделы техники кино и телевидения требуют развития и большего внимания? Какие из опубликованных материалов вы считаете интересными и какие вы заметили недостатки?**

**Ждем ваших пожеланий.**

## CONTENTS

### *Science and Technique*

#### **The Framing of Motion Picture Image.**

N. I. Goltzman, L. G. Tarasenko . . . . .

A critical review is given of existing framing methods for motion-film images. Disadvantages are pointed out in the black framing used most widely in theatres. New active forms of framing are recommended which increase its expressiveness and Quality of perception.

#### **Aspects of the Trends in Increase Professional Narrow-Film Cinematography Developments and of its Technique.** A. A. Anashkin . . . . .

#### **On Improvement of Motion-Pictures Sound Quality.** M. Z. Wysotsky . . . . .

A brief review of developments in the sound recording-reproduction field of motion-picture films is offered.

Adverse factors are analysed such as affects film sound quality; on the basis of Mosfilm Studios experience some proposals are made to improve this quality.

#### **Approximate Formulas of a Mechanical Impedance and Protection Coefficients in Block Stabilizers of Speed.** A. V. Mikhnevich . . . . .

Approximate formulas are derived for mechanical impedance and protection coefficients in block stabilizers of speed with spring-loaded arms. Formulas are deduced for errors resulting herefrom, and the accuracy of the approximate formulas is studied in the field of application.

#### **A Method of Comparison between Different Two-Channel Stereophonic Systems.** G. P. Malinovsky (Bulgaria) . . . . .

Sound energy distribution is investigated in the secondary field of different two-channel stereophonic systems, and a method is suggested to define localization distortions of an apparent sound source. Systems are considered having spaced and coincident microphones as well as with phantom circuits or without them.

#### **Selection and Treatment Conditions of Photographic Materials Used for Fluorescent Screen Image Recording.** G. A. Gavrilov, P. S. Kutuzov, V. S. Rilov . . . . .

Different types of films KN-3, A-2 and P-10 film types as well as various developers were tested for blue-fluorescent screen image recording. The characteristic curves and granularity of developed photographic emulsions are defined. The results obtained allow to select a photographic material and development conditions which would be best for photoregistration of a process under study.

1	<b>Remote Control of the «Lenar» Lens in Animation Photography.</b> Ye. V. Xandrov, V. I. Sivkov . . . . .	45
	The possibility is investigated to use the «Lenar» zoom lens for animation shots.	
13	<b>Reproduction of Colour TV Images by Index Trait Kinescopes.</b> V. V. Odnolok, S. M. Sherazin . . . . .	49
	Errors are analyzed, occurring in the colour control of image detail reproduced by index kinescopes. Reasons are suggested for the optimum correction procedure that permits to essentially diminish the tight tolerances on the geometrical accuracy of the lenticulation. Results of experimental checking are given.	
21	<b>A Video-Tape Recorder's Demodulator</b>	54
	Yu. L. Bogorodsky, G. I. Ivanov . . . . .	
	An ultrashort wave range demodulator is viewed belonging to the equipment of a video-tape recorder. It is compared with demodulators described in literature.	
26	<b>A New Sync-Signal Shape for TV Systems.</b> Yu. B. Zubarev, V. N. Ulyanov, B. P. Kromoy . . . . .	62
	A new sync-signal shape is reviewed which is provided for television systems with accompanying sound signals being transmitted within the intervals of back sweep. The new sync-signal shape permits eliminate sync-signal disturbances in the sound channel and also the influence of the sound signal on synchronisation quality.	
32	<b>Transverse Characteristics of TV Camera the Tubes.</b> O. V. Gofaizen . . . . .	66
	A method is suggested for defining transfer characteristics of television camera tubes.	
40	<b>From Production Experience</b>	70
	<b>At the Motion-Picture Studios</b>	
	<b>A Mechanised Tower for the Work in Motion-Picture Sets.</b> I. A. Chernitsky . . . . .	70
	At the TV Studios	
	<b>Sync Drive in the «Convias-Automat» Hand Cine-Camera.</b> E. Leibovich . . . . .	73
46	<b>Letters to the Editor</b>	75
	<b>On the Use of Hysteresis Motors.</b> L. I. Sazhin, Ye. I. Ussyshkin . . . . .	75
52	<b>Foreign Technique</b>	76
	<b>«Mark-S» — an 8-mm Sound Film Projector</b>	76
	Normalization of Film Screen Brightness (a BNIC document. French materials on the ISO Congress of 1964) . . . . .	78
	<b>New Light-Sensitive Products from ORWO</b>	80
58	<b>Abstracts</b> . . . . .	82
	<b>Scientific and Technological News</b>	92

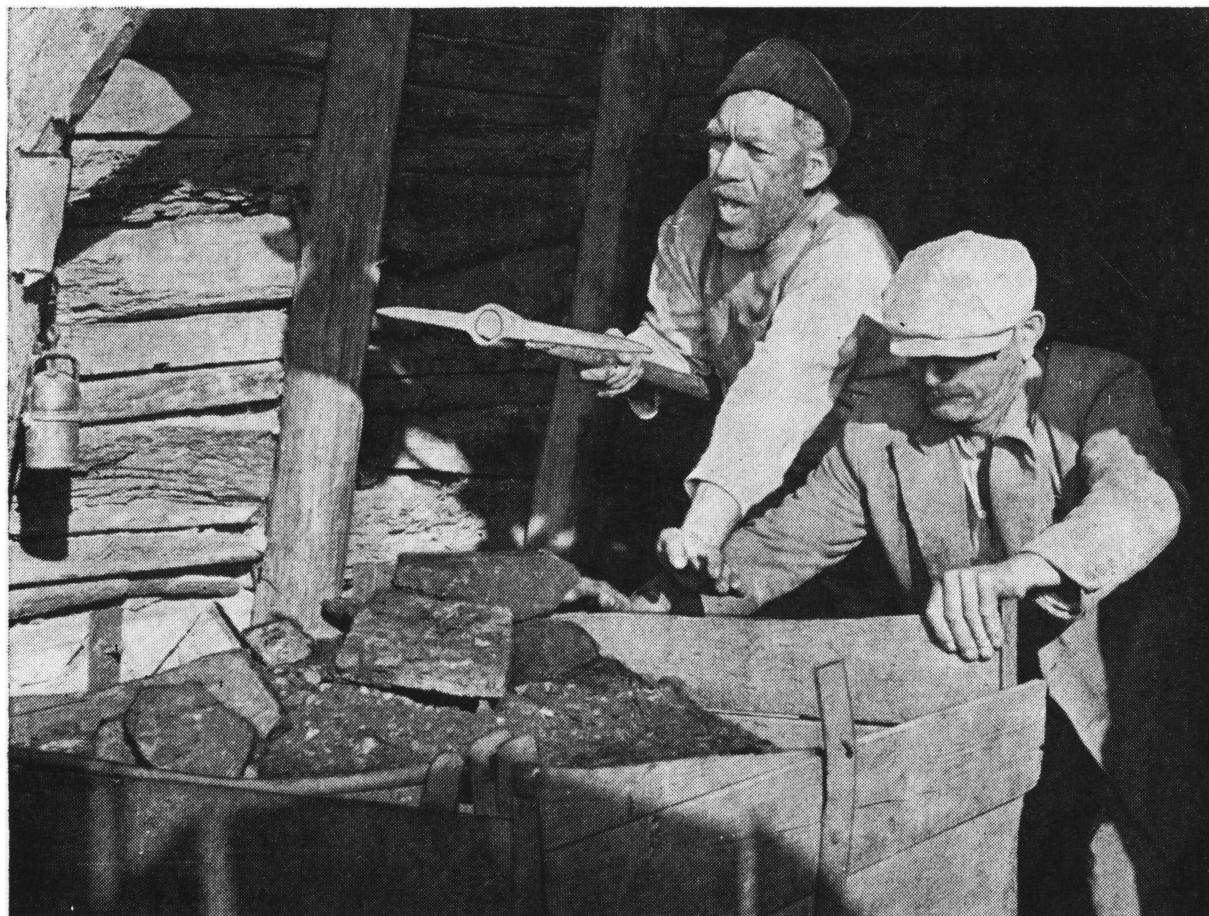
Технический редактор Н. Матусевич

T-13741 Сдано в производство 11/IX 1965 г.  
Уч.-изд. л. 10,2 6 п. л. (9,94 усл.)

Подписано к печати 20/X 1965 г. Формат бумаги 84×108<sup>1/16</sup>.  
Тираж 4640 экз. Заказ 511 Цена 68 коп.

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

# ПЛЕНКА «ИЛФОРД»



Кинопленка «Илфорд» марки V применялась при съемке фильма «Грек Зорба» Михаила Какояниса.

«Илфорд» поставляет кино- и телевизионным студиям целый ряд фотографических негативных материалов, а также ленты для магнитной записи звука. Эти материалы используют на всех крупнейших студиях Великобритании.

ILFORD



Ф И Р М А

# Kodak

ПРЕДЛАГАЕТ ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ  
ЧЕРНО-БЕЛЫХ И ЦВЕТНЫХ КИНОПЛЕНОК  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 70-ММ, 35-ММ И 16-ММ  
КИНОФИЛЬМОВ

НЕГАТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ:

ЧЕРНО-БЕЛОЙ КИНОСЪЕМКИ

«Плюс-Х», «Бэкграунд-Х»,

«Три-Х», «Дубль-Х»

ЦВЕТНОЙ КИНОСЪЕМКИ

Цветная негативная кинопленка «Истменколор»  
типа 5251

ПОЗИТИВНЫЕ КИНОПЛЕНКИ

ДЛЯ КОПИРОВАНИЯ

Черно-белая позитивная кинопленка «Истмен»

Цветная позитивная кинопленка «Истменколор»  
типа 5385

КИНОПЛЕНКИ ДЛЯ:

ЧЕРНО-БЕЛОГО КОНТРАТИПИРОВАНИЯ

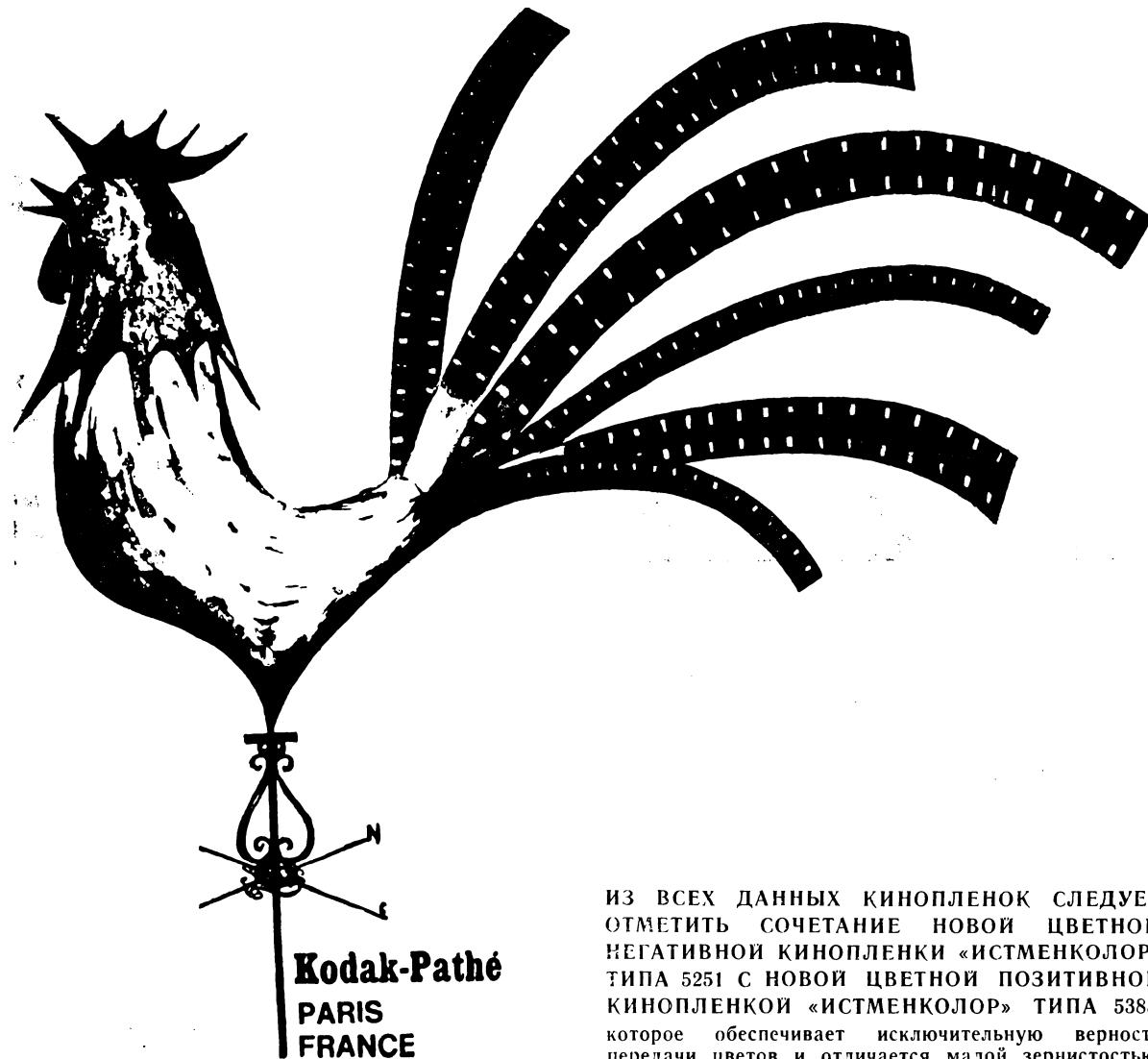
Дубльнегативная кинопленка «Истмен» типа 5234

Дубльпозитивная кинопленка типа 5361

ЦВЕТНОГО КОНТРАТИПИРОВАНИЯ

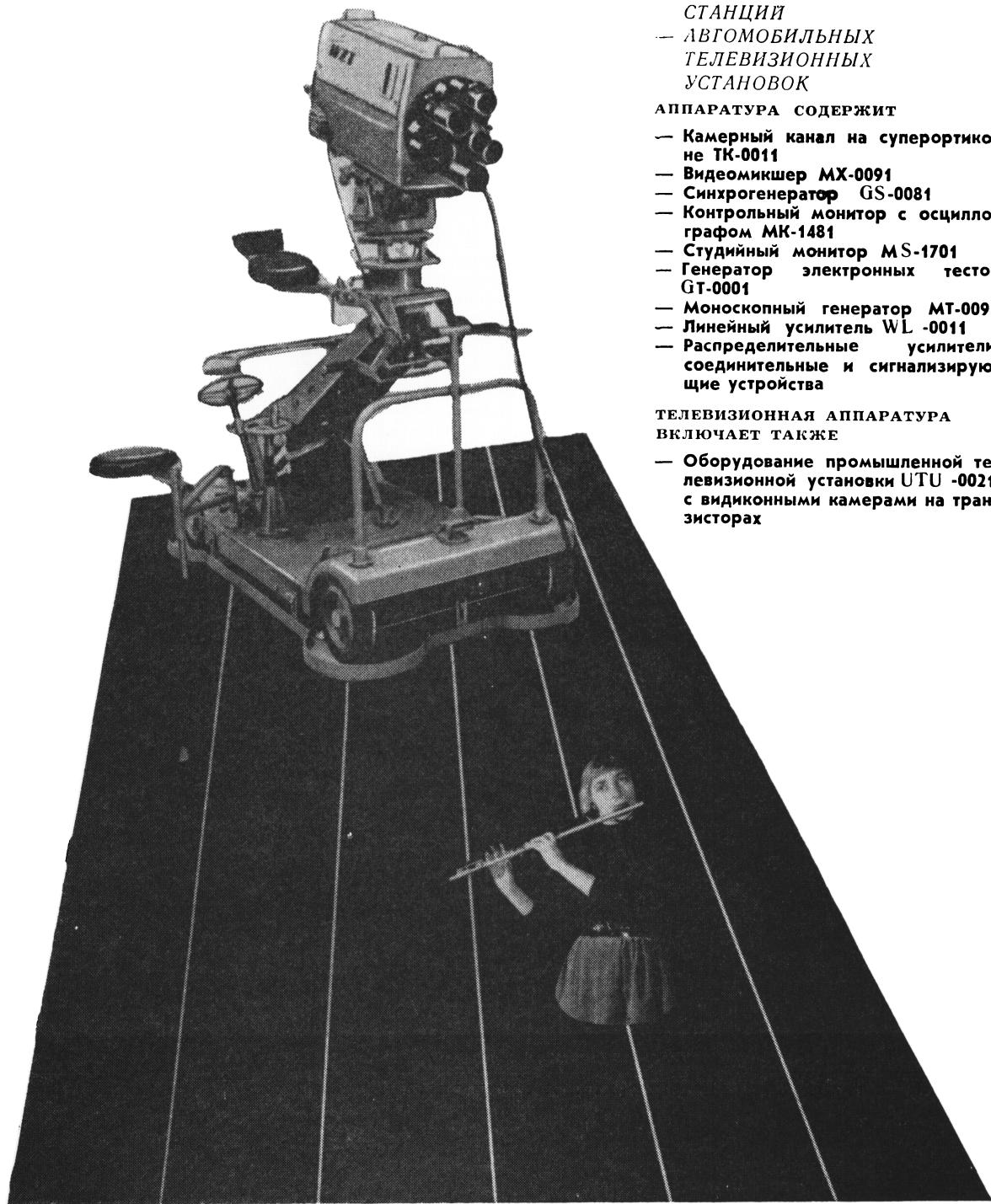
Цветная промежуточная кинопленка «Истменколор»  
типа 5253

ПЛЕНКИ ДЛЯ ОПТИЧЕСКОЙ  
И МАГНИТНОЙ ЗВУКОЗАПИСИ



ИЗ ВСЕХ ДАННЫХ КИНОПЛЕНОК СЛЕДУЕТ  
ОТМЕТИТЬ СОЧЕТАНИЕ НОВОЙ ЦВЕТНОЙ  
НЕГАТИВНОЙ КИНОПЛЕНКИ «ИСТМЕНКОЛОР»  
ТИПА 5251 С НОВОЙ ЦВЕТНОЙ ПОЗИТИВНОЙ  
КИНОПЛЕНКОЙ «ИСТМЕНКОЛОР» ТИПА 5385,  
которое обеспечивает исключительную верность  
передачи цветов и отличается малой зернистостью.

# „Elektrom“



## ТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА

для

- ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ЦЕНТРОВ
- ТРАНСЛЯЦИОННЫХ СТАНЦИЙ
- АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТАНОВОК

### АППАРАТУРА СОДЕРЖИТ

- Камерный канал на суперортико-не ТК-0011
- Видеомикшер МХ-0091
- Синхрогенератор GS-0081
- Контрольный монитор с осцилло-графом МК-1481
- Студийный монитор МС-1701
- Генератор электронных тестов ГТ-0001
- Моноскопный генератор МТ-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.

70972

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 трубы, 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 кинопленок и магнитных носителей, техники и технологии обработки черно-белых и цветных кинопленок;
- 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 Союзпечати, отделениях связи, городских и районных узлах связи, почтамтах, а также общественными распространителями печати.

Подписная цена:

на год — 8 руб. 16 коп.; на полгода — 4 руб. 08 коп.; на один квартал —  
2 руб. 04 коп.

В розничную продажу журнал не поступает.



Цена 68 коп.