

**Т**

**ЕХНИКА**

**КИНО**

**И**

*Современная*

**3**

МАРТ  
1963



# СОДЕРЖАНИЕ

**Я. И. Беляев.** На киностудии «Союзмультфильм» . . . . . 1

## *Научно-технический отдел*

<b>В. Г. Комар.</b> О резкости изображения и угловых размерах экрана в различных системах кинематографа . . . . .	9
<b>А. В. Соломоник.</b> Технические показатели блокирующих и трехзвенных стабилизаторов скорости в кинопроекционной аппаратуре . . . . .	15
<b>А. Н. Качерович.</b> Об улучшении качества звучания фонограммы в кинотеатре . . . . .	24
<b>Ж. Б. Паскалев, Г. П. Малиновски</b> (Болгария). Анализ искажений по фронту в стереофонических двухканальных системах с фантомным каналом . . . . .	30
<b>И. И. Шейфис, Е. О. Загоровский.</b> Автоматическая регулировка уровня видеосигнала в видиконном телекиноканале . . . . .	34
<b>А. К. Кустарев.</b> Совместимые системы цветного телевидения со сбалансированным сигналом . . . . .	43
<b>Б. Г. Жебель, В. Е. Джакония.</b> Передача черно-белых стереоскопических изображений по каналу цветного телевидения . . . . .	51
<b>Е. А. Садковская, И. В. Мясищева.</b> Исследование работы суперортика в режиме кратковременного накопления . . . . .	57
<b>В. М. Сасин.</b> Новый способ поперечно-строчной записи электрических сигналов на магнитную ленту . . . . .	61
<b>И. Д. Головатенко, Р. М. Майстровой, С. А. Титова.</b> Дублирование цветной позитивной киноплёнки алюмокалиевыми квасцами . . . . .	64

## *Из редакционной почты*

<b>Б. В. Дерягин, С. М. Леви.</b> О приложимости теории полива в случае использования кюветы системы Шакирова . . . . .	68
---	----

## *Из производственного опыта*

<i>На киностудиях:</i>	
<b>Е. В. Ксандров, Б. П. Чернявский.</b> Использование денситометров для измерения повышенных плотностей фонограммы . . . . .	70
<i>На телецентрах:</i>	
<b>А. Л. Левин.</b> Электрический кнопочный переключатель . . . . .	71

\* \* \*

<b>Р. М. Гайнуллин, А. А. Усачев.</b> 8-мм киносъёмочный аппарат «Экран» . . . . .	73
<b>О конструктивных недостатках киноаппарата 16-СП . . . . .</b>	75

## *Зарубежная техника*

<b>Т. В. Дербишер.</b> Кинопроекционные углы . . . . .	76
--	----

<b>Реферативный отдел . . . . .</b>	80
-------------------------------------	----

## *Библиография*

<b>В. Толмачев.</b> Книга об организации и технологии кинопроизводства . . . . .	89
--	----

## *Научно-техническая хроника*

<b>Первое Всесоюзное совещание по телевизионно-вычислительной автоматике . . . . .</b>	92
<b>XVI Конгресс Международной ассоциации научного кино . . . . .</b>	93
<b>Об учебном телевидении . . . . .</b>	94
<b>Московская городская конференция кинолюбителей . . . . .</b>	95
<b>Contents . . . . .</b>	96

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

Главный редактор **В. И. Ушагина**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

*Адрес редакции: Москва, К-9, М. Гнезниковский пер., 7.  
Телефоны: Б 9-51-92 и Б 9-99-12 (доб. 70 и 182)*



# Техника и кино анимации

Ежемесячный  
научно-технический

журнал

Орган

Министерства культуры  
СССР

ГОД ИЗДАНИЯ СЕДЬМОЙ  
МАРТ 1963 г.  
№ 3

Я. И. БЕЛЯЕВ

## НА КИНОСТУДИИ «СОЮЗМУЛЬТФИЛЬМ»

771.121 : 778.534.6

Создание рисованного мультипликационного фильма требует на всех этапах (кроме заключительного — съемки) кропотливого ручного труда художников. Но трудоемкость этого процесса снижается благодаря специальной технологии, которая разрабатывалась и внедрялась по мере накопления опыта производства мультфильмов.

Первым нововведением, появившимся в мультипликационной кинематографии, было разделение мультипликационной заготовки на две стадии: рисунок фона (декорации), остающийся неизменным на протяжении всей сцены, и рисунок персонажа (или персонажей), заменяемый для каждого кадра.

Следующий шаг в развитии технологии рисованного фильма был связан с введением в качестве основы (на которой рисуются и раскрашиваются сменные фазы) прозрачного материала — целлулоида. Применение целлулоидных листов облегчило изготовление фаз и позволило более плавно передавать движение на экране. Самое же главное заключается в том, что благодаря целлулоиду стало возможным

дальнейшее разделение труда и высвобождение наиболее квалифицированных художников, изготавливающих сменные фазы персонажей, от выполнения бесчисленного количества почти одинаковых рисунков. Художники персонажей разделились на «аниматоров», т. е. «одушевителей» рисованных персонажей (у нас их называют мультипликаторами), и фазовщиков. Наиболее квалифицированные из художников — «аниматоры» стали делать только рисунки, пропуская (в зависимости от сложности движения и графической характеристики персонажей) одну, три и даже пять промежуточных фаз. Художники-фазовщики, получая от «аниматоров» первую и третью фазы движения, складывают эти листы вместе, накладывают на них чистый лист целлулоида и рисуют на нем промежуточную вторую фазу, линии которой размещаются ровно посередине, между линиями первой и третьей фаз. Такая же технология применяется и при изготовлении фазовщиками трех и более промежуточных фаз.



Естественно, что такому разделению труда должно было предшествовать создание специальной производственной базы, оснащение ее необходимыми техническими средствами.

На рубеже 30-х годов на крупнейших киностудиях были организованы специализированные мультипликационные отделы и цехи. Затем возникли производственно-творческие коллективы мультипликаторов на новой, самой большой советской киностудии «Мосфильм» (где были созданы отделы графической и объемной мультипликации) и на киностудии «Межрабпомфильм» (впоследствии преобразованной в «Союздетфильм»). Укрупнение производственно-творческих коллективов дало возможность перестроить технологический процесс производства графических мультипликационных фильмов и приступить к освоению новой прогрессивной технологии.

Процесс развития организационно-технологической базы рисованного мультипликационного кино завершился в 1936 г. созданием специализированной киностудии «Союзмультфильм», возникшей в результате слияния отдельных мультипликационных коллективов, работавших при киностудиях игровых художественных фильмов.

За четверть века на киностудии создано более 300 короткометражных и полнометражных рисованных и кукольных фильмов. В настоящее время студия ежегодно делает более 25 частей рисованных мультфильмов и 10—12 частей объемно-кукольных фильмов.

По масштабам производства мультипликационных фильмов киностудия «Союзмультфильм» является одной из крупнейших в Европе. Известные в Европе мультипликационные студии, например, Д. Халаса в Лондоне, Гезинка в Голландии и многие другие, по своим производственным мощностям намного уступают «Союзмультфильму».

«Союзмультфильм» располагает (в отличие от многих зарубежных мультипликационных студий) собственной технической базой по записи и перезаписи звука, а также по обработке и печати текущего фотоматериала и печати контрольных копий всех мультипликационных фильмов.

За последние годы на студии проведено значительное усовершенствование технической базы и технологии производства.

Это позволило творческим работникам применять новые формы изобразительного решения мультипликационного фильма — как рисованного, так и кукольного. Например, уже четыре года на студии успешно используется разработанный здесь сквозной метод магнитной звукозаписи мультфильмов. Создана своя технология звукозаписи, отвечающая специальным требованиям производства мультфильмов.

В период освоения советской кинематографией широкоэкранных фильмов также и на «Союзмультфильме» проводились исследовательские и конструкторские работы, которые позволили уже в 1958—1959 гг. выпустить первый широкоэкранный рисованный мультфильм «Мурзилка на спутнике» (в постановке режиссеров Б. Степанцева и Е. Райковского).

Работа над этим фильмом, а также дальнейшее совершенствование техники и технологии производства широкоэкранных фильмов помогли студии выпустить в 1962 г. первый в СССР полнометражный широкоэкранный кукольный фильм «Баня» (в постановке С. Юткевича и А. Карановича). Вслед за ним был закончен широкоэкранный кукольный фильм «Летающий пролетарий» (в постановке режиссеров И. Иванова-Вано и И. Боярского) и полнометражный широкоэкранный рисованный фильм «Дикие лебеди» (в постановке режиссеров М. и В. Цехановских).

Тесное содружество с киностудией «Мосфильм» позволило нам успешно освоить метод комбинированных съемок с блуждающей маской. Это содружество дало возможность создать на нашей студии специальную аппаратуру, разработать технологию и выпустить первый в Европе четырехчастный комбинированный мультфильм «Только не сейчас» (режиссеры Б. Степанцев и Е. Райковский), в котором актер (школьник) действует в среде рисованных персонажей.

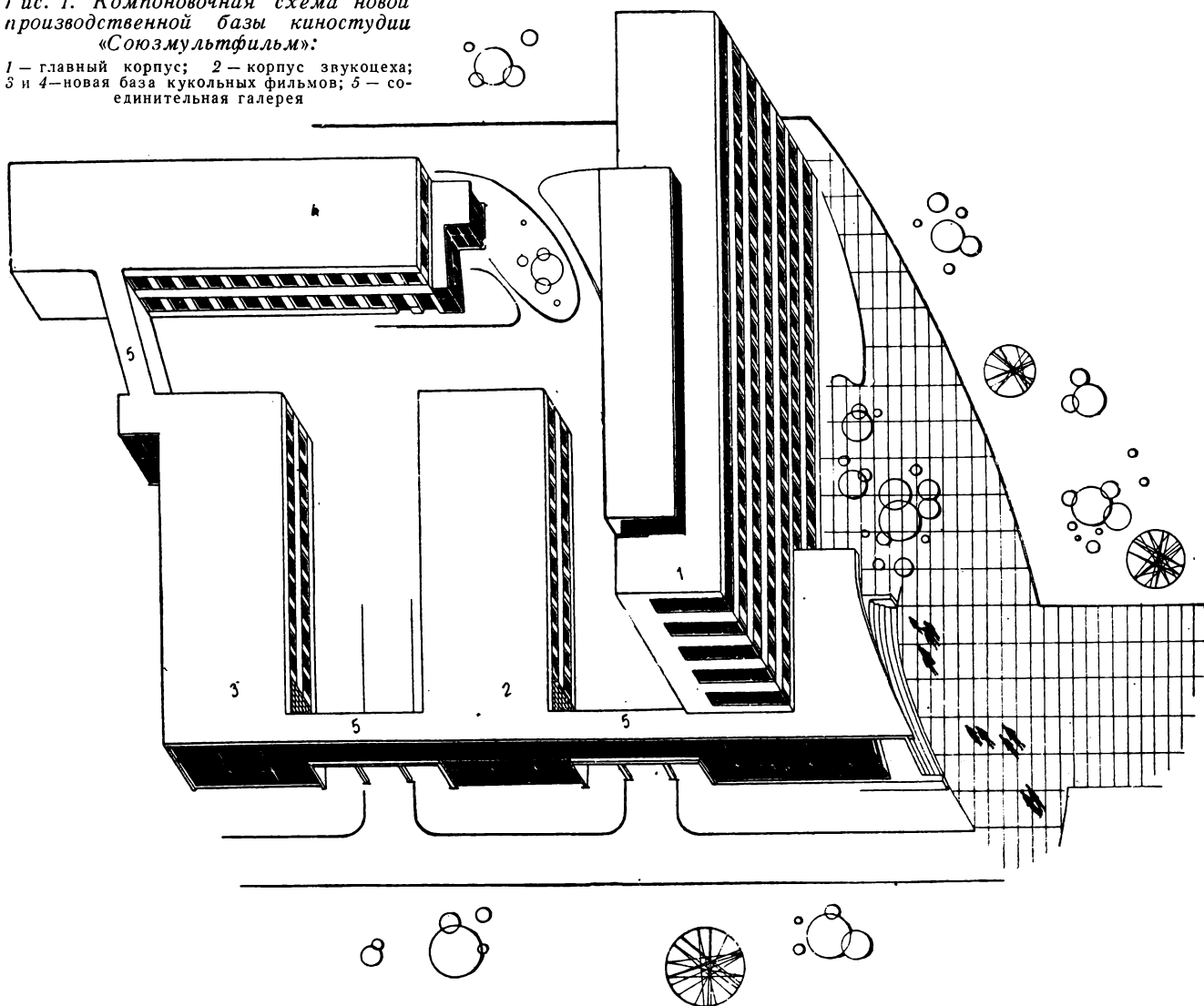
На студии внедрен метод раздельной обработки изображения и фонограммы, освоена технология обработки специальных цветных пленок с маскирующими компонентами типа ЦП-7, ДС-5 и ЛН-5. Все эти технические усовершенствования значительно расширяют творческие возможности мультипликационного искусства.

Сейчас наша студия в содружестве с институтом Гипрокинополиграф работает над



Ис. 1. Компоновочная схема новой производственной базы киностудии «Союзмультфильм»:

1 — главный корпус; 2 — корпус звукоцеха;  
3 и 4 — новая база кукольных фильмов; 5 — соединительная галерея



усовершенствованием сложившихся технологических процессов, которые должны быть предусмотрены в проекте новой базы киностудии.

Строительство новой производственной базы студии предполагается провести в две очереди. Первая очередь — это производственный корпус для рисованных фильмов; вторая очередь — мастерские и павильоны для объемно-кукольных фильмов. Весь комплекс намечается создать вблизи киностудии «Мосфильм». Вступление его в строй повысит мощность студии с 30—35 до 70—75 частей в год.

Общая компоновочная схема новой про-

изводственной базы киностудии «Союзмультфильм» показана на рис. 1.

Какие же усовершенствования намечается провести в схеме технологии производства?

#### А. По рисованным фильмам

Существующая сейчас на студии технология производства рисованных фильмов сложилась в основном в период 1936—1947 гг. и впоследствии не подвергалась сколько-нибудь значительным изменениям. Совершенствовались лишь отдельные детали процесса, без изменений технологической схемы в целом.



Основное внимание уделялось повышению производительности за счет внутрицехового разделения труда художников. Возможности же механизации и автоматизации чисто исполнительских процессов не изучались. Недостаточно уделялось внимания и обеспечению творческого персонала необходимыми приспособлениями и аппаратурой, которые облегчали бы его работу и повышали техническое качество фильмов. Как правило, на студии не изучался и зарубежный опыт. Все это, естественно, предопределило многие недостатки принятой на студии технологии.

Но в последние два года на студии проведена значительная работа по совершенствованию технологической схемы производства рисованных фильмов, которая частично внедряется сейчас, а окончательно будет внедрена на новой производственной базе студии. Проводится перестройка технологии основной части художественно-производственного процесса, начиная от компоновки отдельных сцен художниками-мультипликаторами и кончая их чистовой фазовкой. Вместо функциональных графических цехов в настоящее время создаются

(и в дальнейшем будут расширяться) специальные комплексные мультбригады, как это принято на крупнейших зарубежных студиях рисованных фильмов (в частности, в Чехословакии). Бригада разрабатывает поручаемые ей сцены от начала до конца, сдавая их съемочной группе в готовом для воспроизведения, начисто сфазованном виде.

Такая комплексная бригада состоит в среднем из 8—9 человек: ведущего художника-мультипликатора (бригадира), двух художников-мультипликаторов и 5—6 прикрепленных к ним фазовщиков-прорисовщиков. В организационном отношении она рассматривается как самостоятельная производственная ячейка. При производстве сложных полнометражных фильмов возможно объединение нескольких мультбригад под непосредственным руководством съемочной группы.

Каждая комплексная мультбригада будет размещена в двух смежных комнатах (рис. 2). В одной из них будут находиться три художника-мультипликатора, а в другой — фазовщики-прорисовщики.

Для повышения производительности и облегчения работы по созданию мультипликата каждой бригаде намечено предоставить кроме индивидуальных рисовальных столов (мультипросветов) следующее вспомогательное оборудование:

1) передвижной просмотрный аппарат со звукочитающим устройством для мультипликационного анализа предварительных разработок типажей, прослушивания реплик и музыки, просмотра рабочих черновых роликов и т. п. (один из таких аппаратов показан на рис. 3);

2) проекционно-рисовальный стол с покадровым проектором для перекомпоновки предварительных актерских съемок и съемок с животных; для перерисовки компоновок и фаз с изменением масштаба и перспективы; для совмещения рисованного типажа с маской живого актера при использовании в фильме способа блуждающей маски.

Сейчас киностудия совместно с кинотехнологами Гипрокинополиграфа работает над внедрением электрографического («ксерографического») воспроизведения подлинных карандашных рисунков взамен ручной контуровки. Этот метод перевода мультипликата на целлулоид уже применяется некоторыми зарубежными студиями рисо-

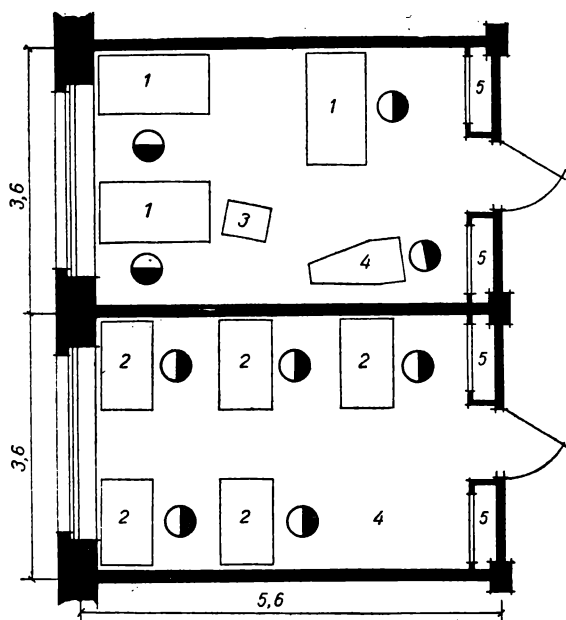


Рис. 2. Схема размещения комплексной мультбригады:

1 — рисовальные столы мультипликаторов; 2 — рисовальные столы фазовщиков-прорисовщиков; 3 — передвижной просмотрный аппарат; 4 — передвижной проекционно-рисовальный стол; 5 — встроенные шкафы



ванных фильмов (У. Дисней, Д. Халаса). Он обеспечивает значительное (в 7—8 раз) повышение производительности труда и более точное воспроизведение художественного замысла мультипликаторов.

На электрографическое воспроизведение рисунков предполагается перевести до 70—75% мультипликата. Остальная часть мультипликата (в частности, особо сложные по рисунку слои, совмещающие на одном листе целлулоида несколько листов карандашного мультипликата) будет выполняться комбинированным способом, т. е. с доработкой основного электрографического рисунка вручную.

Для электрографии предполагается использовать отечественное оборудование с небольшой модернизацией его с учетом специфики закрепления карандашного рисунка, выполненного на бумаге, и целлулоидного листа.

Раскраска («заливка») целлулоидного мультипликата красками предусматривается прежней, т. е. ручной. Но для заливки будут использованы быстросохнущие латексные краски, над получением которых в настоящее время работает киностудия совместно с Ленинградским филиалом Научно-исследовательского и проектного института лакокрасочной промышленности. Будет применен своего рода «поточный» метод заливки, при котором заливка сцены всеми красками производится группой заливщиц последовательно, а не одной заливщицей в несколько заходов.

Применение поточного метода заливки на Пражской студии рисованных фильмов (наряду с использованием быстросохнущих латексных красок) позволило повысить выработку заливщиц до 320—350 полезных метров в год вместо 150—180 метров на «Союзмультфильме».

Учитывая опыт этой студии, а также целого ряда других зарубежных мультипликационных студий, «Союзмультфильм» все шире внедряет в технологию производства специальные карандаши (стеклографы) для выполнения рисунка непосредственно на целлулоиде. Применение их вместо спецтуши и красок облегчает последующие исправления мультипликата и создает тем самым более широкие возможности для совмещения операций фазовки и контуровки. В ряде случаев, как показывает опыт Пражской студии, фазовка при такой тех-

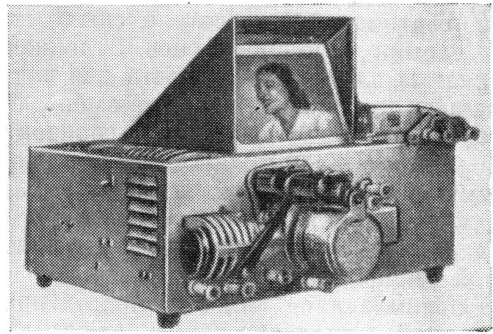


Рис. 3. Передвижной просмотровый аппарат со звукочитающим устройством

нологии может быть выполнена самим мультипликатором и его ассистентом, а контуровка сводится к корректированию части линий. Использование карандашей в ряде случаев исключает необходимость рисунка на бумаге. Мультипликат выполняется сразу на целлулоиде, чем достигается более высокое художественное качество, так как сохраняется «почерк» художника. Кроме того, сокращаются сроки производства.

Массовое внедрение в производство специальных стеклографов различной расцветки тормозилось из-за того, что наша промышленность не выпускала этих карандашей. Однако московская фабрика имени Сакко и Ванцетти по просьбе киностудии теперь изготовила партию таких карандашей и передала их для работы.

В последние два года претерпела ряд усовершенствований и технология операторского цеха. Прежде всего операторский цех оборудован новыми мультипликационными станками МФ-12. Использование этих мультстанков в комплекте с мульткамерой 1-КСМ при съемке позволило намного расширить творческие возможности и операторов и других творческих работников. Далее: мультстанки прежних конструкций полностью модернизированы; благодаря этому при съемках обеспечена возможность перехода с одного станка на другой без ущерба для технического качества снимаемого материала. Приобретен для операторского цеха также специальный мультстанок с устройством для покадровой рипроекции.

Расширенная площадь новой производственной базы позволит установить

1—2 вертикальных многоярусных станка для съемки глубинных сцен с движением на разных планах, в частности для широкоэкранных и панорамных фильмов. Будет изготовлен, кроме того, один горизонтальный многоплановый станок специально для съемки глубинных отъездов и наездов, а также для съемки совмещений рисованных планов с макетами-куклами и по кадровой рирпроекции.

В новом здании киностудии для предварительной съемки актеров будет создан филиал операторского цеха (при синхронном ателье) с синхронной камерой репортажного типа. Съемки этого вида будут по заданию оператора картины выполняться специальной операторской бригадой.

Аналогичный принцип обслуживания намечается и по всем остальным специальным установкам операторского цеха. За операторами картин закрепляются лишь основные одноярусные станки. А съемки на многоплановых станках производятся прикрепленными к ним бригадами по заданиям и под художественным руководством оператора картины. Технический надзор за всеми станками будет осуществляться техноруком цеха.

Для звукоцеха с учетом специфики звукозаписи и озвучивания мультфильмов в новом здании намечаются специальные помещения:

1) большой широкоэкранный зал (9×15 м) для просмотров, перезаписи и дикторского озвучивания;

2) звуковое синхронное ателье (9×15 м) для предварительных съемок актеров, записи диалогов и т. п.;

3) малое ателье для дубляжа мультфильмов;

4) шумовой кабинет.

Для цеха монтажа намечается 10—12 комнат, каждую из которых, учитывая специфический характер монтажа мультфильмов, предполагается оснастить звукомонтажным столом, синхронизационно-монтажным столом, а также шкафами (сейфами) для хранения пленки.

Наряду с улучшением технической базы и изменением технологии производства мультфильмов на студии в настоящее время проводится ряд мероприятий и по совершенствованию организации труда. Очень ценную помощь здесь оказывает опыт мультипликационных студий стран социа-

листического лагеря, в частности студий Чехословацкой Социалистической Республики, отличающихся высокой производительностью труда.

Вот основные факторы высокой производительности:

во-первых, относительная простота выражительных средств (как по движению, так и по степени детализировки) и малое число типажей;

во-вторых, компактность съемочных групп.

Ведущий персонал каждой группы большей частью состоит из двух человек: из режиссера-постановщика и художника-постановщика (который не состоит в штате студии, а привлекается на договорных началах только на подготовительный период).

Иногда съемочная группа комплектуется в несколько ином составе: а) режиссер-постановщик и б) главный мультипликатор (из штата мультипликаторов студии), который выполняет также функции художника-постановщика.

В некоторых случаях съемочная группа состоит даже из одного режиссера, который одновременно является и художником-постановщиком, а иногда также и главным мультипликатором.

В подготовительном периоде такая малочисленная съемочная группа выполняет всю разработку основных компоновок, декораций, типажей и всего технического решения будущего фильма. А когда подготовительный период окончен, к съемочной группе прикрепляется комплексная бригада, о которой говорилось выше.

Комплексная бригада совместно с режиссером-постановщиком полностью выполняет фильм в черновом виде (в карандаше); тут же отрабатывается хронометраж всего фильма, движение типажей, длина сцен, речевое, музыкальное и шумовое озвучивание и окончательный монтаж.

По окончании разработки всего черного мультипликата фильм снимается в контуре на черно-белую позитивную пленку с синхронизированной фонограммой и просматривается совместно с руководством студии и Художественным советом.

Когда фильм в виде черного ролика одобрен, режиссер передает его вместе с разработанным мультипликатом в цехи. На этом работа съемочной группы заканчивается. Теперь режиссер и прикрепленная



к нему комплексная бригада переключаются на новый фильм, а по предыдущему участвуют лишь в приемочных просмотрах отснятого материала по мере его готовности.

Всю организационную работу по фильму, когда он проходит через производственные цехи, выполняют технический ассистент и директор картины.

Такая организация труда, широко применяемая в ЧССР, имеет три основных достоинства:

1) резко снижает затраты на подготовку, так как в ней участвует минимальное число людей;

2) творческий характер труда при разработке чернового мультипликата, создаваемого единой бригадой;

3) полностью исключаются переделки мультипликата, выполненного уже на целлулоиде, поскольку фильм сдается в производство лишь после полной его разработки и приемки в черновом виде (с устранением всех возможных ошибок, неувязок в монтаже и т. п.).

Хорошо изучив эту организацию труда, студия «Союзмультфильм» частично уже внедрила ее и в дальнейшем широко будет применять при создании мультфильмов, так как она обеспечивает значительное снижение затрат и сокращение потерь на художественно-технический брак.

### **Б. По объемно-кукольным фильмам**

Производство кукольных фильмов на студии «Союзмультфильм» было организовано недавно, оно еще не обеспечено достаточными производственными площадями и оборудованием, а рост его все время опережает развитие производственной базы.

При проектировании второй очереди киностудии «Союзмультфильм» основное внимание будет уделено производственным площадям и специальному оборудованию, в частности оборудованию для кукольных и декорационных мастерских, специальной осветительной аппаратуре и вспомогательным устройствам для облегчения и ускорения кукольных съемок.

В настоящее время при производстве кукольных фильмов применяются три технологически различных метода:

1) метод покадровой мультипликационной съемки;

2) метод ускоренной съемки тростевых и наручных кукол;

3) метод ускоренной съемки кукол-марионеток.

Такое многообразие сильно усложняет технические требования не только к кукольному ателье (павильонам), приспособляемым для всех методов съемки, но и к мастерским. Из-за разнообразия и сложности конструкций кукол и декораций мастерские приобретают весьма своеобразный профиль — здесь нужны и участки точной механики по изготовлению механизмов кукол, и участок столярно-макетный для изготовления декораций и кукольной мебели, и участки для формовки и обработки из пластика тела и лиц кукол, и пошивочная, и живописная, и т. д. Правда, на зарубежных студиях имеет место еще большее усложнение техники и технологии съемки кукольных фильмов.

В самое последнее время за рубежом стал получать применение еще и четвертый метод кукольных съемок — с использованием кукол системы «кинемин». При этом методе головы и лица кукол выполняются из особого пластического грима, а внутри имеют электромагнитные устройства, управляющие мимикой лица кукол (движениями рта, глаз, бровей и т. д.). Управление мимикой осуществляется дистанционно (посредством электрических импульсов) с пульта управления, что позволяет значительно ускорить процесс съемки.

Приведенные данные показывают, что в ближайшее время следует ожидать применения при кукольных съемках дистанционного управления куклами посредством различных электротехнических и радиотехнических устройств, а это потребует создания хотя бы небольшой электро-радиотехнической мастерской.

В технологию производства мы намереваемся внедрить более эффективную организацию труда, которая принята в чехословацких студиях кукольного фильма. В ЧССР каждая студия-мастерская представляет собой постоянно действующую съемочную группу. Никаких отделов, цехов и других подразделений внутри этих студий-мастерских нет. Все художественное руководство сосредоточено в руках художественного руководителя мастерской, который является и режиссером. Остальные режиссеры получают самостоятельные постановки, выполняемые под общим руководством художника мастерской.

Производственно-хозяйственное руководство мастерскими осуществляется так называемым начальником производства, который является одновременно и директором выпускаемых фильмов и руководит всем техническим обслуживанием производства.

Остальной персонал мастерских также не закрепляется за отдельными фильмами, а занят во всех фильмах, выпускаемых мастерской, причем каждый работник выполняет несколько различных функций. Так, например, операторы и их ассистенты выполняют также и обязанности осветителей; рабочие сцены занимаются и изготовлением декораций; мастера кукол являются одновременно механиками по текущему ремонту киноаппаратуры, а осветители — и электромастерами и киномеханиками.

Аналогичное совмещение профессий широко применяется и в творческой производственной работе. Творческие работники имеют по две-три профессии. Скажем, режиссер одного фильма в другом (одновременно снимаемом) фильме выполняет обязанности кукловода. Очень часто обязанности кукловодов выполняют художественные руководители мастерских.

Результатом этой системы является весьма значительное повышение производительности труда. При производстве обычных кукольных фильмов средняя выработка на одного штатного работника на чехословацких студиях составляет 85—90 полезных метров в год, а при выпуске более простых по технике постановки фильмов — до 100 метров, тогда как на студии «Союзмультфильм» она не превышает 40 полезных метров.

Для более рационального решения своих задач новая кукольная база студии «Союзмультфильм» (на 20 частей кукольных фильмов в год) будет, по-видимому, состоять из двух соединенных галереями двухэтажных зданий (см. рис. 1).

В одном из них намечено разместить:

1) два средних кукольных ателье (размером в плане по  $9 \times 15$  м) — для всех методов кукольных съемок;

2) два малых кукольных ателье (размером  $6 \times 9$  м) — главным образом для покрупной съемки объектов малого масштаба, а также для съемки крупных планов тростевых кукол;

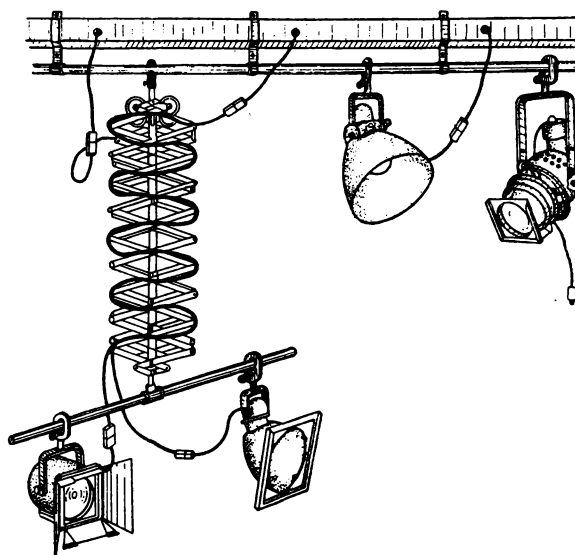


Рис. 4. Типы подвесных осветительных приборов для кукольных ателье

3) помещение постановщиков и склад декораций;

4) склад реквизита и кукол;

5) осветительный цех;

6) помещение для съемочных групп;

7) операторская база.

Во втором здании намечено разместить:

1) большое кукольное ателье (размером в плане  $12 \times 15$  м) — для съемки крупномасштабных объектов и съемок с рирпроекцией фона;

2) помещение для постановщиков и декораций, служащее также проекционным коридором для рирпроекции;

3) мастерские для художников-конструкторов, столярно-макетную, пошивочную, живописную;

4) общестудийные мастерские для текущего ремонта оборудования.

Все кукольные ателье будут оборудованы подвесной осветительной аппаратурой (рис. 4), легко переставляемой по высоте, с дистанционным включением-выключением света. Установка всех приборов, а также фокусировка намечаются с пола посредством специальных штанг управления. При необходимости будут применяться напольные приборы на штативах.

Все прочие виды обслуживания, необходимые для производства кукольных фильмов, — озвучивание, монтаж, проекция — будут проводиться силами и в помещениях соответствующих общестудийных цехов.



В. Г. КОМАР

## О РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ И УГЛОВЫХ РАЗМЕРАХ ЭКРАНА В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ КИНЕМАТОГРАФА

771. 537. 62 + 778. 24 : 778. 55 : 778. 5

Рассмотрены вопросы оценки различных систем кинематографа в отношении их важнейших изобразительных качеств: резкости изображения, угловых размеров экрана и количества информации. Оценка выполнена на основе ранее произведенного автором исследования резкости изображения в кинематографе с помощью частотно-контрастной характеристики кинематографического процесса [1].

Как было показано ранее, в отношении резкости изображения, рассматриваемого зрителем на экране, кинематографический процесс может характеризоваться критерием резкости  $K_E$ , который равен [1].

$$K_E = \frac{P_E}{p_e \cdot f_{гл} \cdot M_\theta} \quad (1)$$

Здесь:  $K_E$  — критерий резкости изображения, учитывающий условия наблюдения на экране (безразмерная величина);  $P_E$  — критическая пространственная частота сквозного кинематографического процесса (от съемки предметов до проекции их изображений на экране), отнесенная к позитиву фильма (лин/мм);  $p_e$  — критическая пространственная частота зрительного анализатора (отнесенная к поверхности сетчатки, лин/мм);  $f_{гл}$  — фокусное расстояние глаза (мм);  $M_\theta$  — угловое увеличение изображения при проекции и наблюдении фильма (радиан/мм), равное углу, в котором зритель видит часть изображения, соответствующую 1 мм на проецируемом позитиве фильма.

Приближенно

$$M_\theta \cong \frac{L_{пр}}{f_{пр} \cdot L_{зр}} \quad (2)$$

или

$$M_\theta \cong \frac{b_{эк}}{b_{пл} \cdot L_{зр}}.$$

Здесь:  $f_{пр}$  — фокусное расстояние проекционного объектива (мм);  $L_{зр}$  — расстояние от экрана до зрителя (м);  $L_{пр}$  — расстояние от экрана до кинопроектора (м);  $b_{эк}$  — ширина экрана (м);  $b_{пл}$  — ширина изображения на пленке (мм).

Параметры глаза  $p_e$ ,  $f_{гл}$  можно принять для условий кинопроекции (яркость 35 нит) приблизительно равными [1]:

$$p_e = 45 \text{ лин/мм}; f_{гл} = 16,7 \text{ мм}. \quad (3)$$

Для этих значений параметров формула (1) принимает вид:

$$K_E = \frac{P_E}{750 \cdot M_\theta}. \quad (4)$$

В настоящее время отсутствуют необходимые результаты экспериментальных исследований, позволяющие достаточно точно установить допустимые значения критерия резкости изображения  $K_E$ . Имеющиеся данные [1] позволяют ориентировочно считать, что в отношении резкости изображение мо-

жет быть визуалью оценено при разных значениях критерия  $K_E$  следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{отличная резкость } K_E &\geq 2; \\ \text{хорошая резкость } K_E &\cong 1; \\ \text{удовлетворительная резкость } K_E &\cong 0,5. \end{aligned} \quad (5)$$

При меньших значениях  $K_E$  качество изображения по резкости оказывается неудовлетворительным.

Отсутствуют также достаточно полные результаты экспериментальных исследований критической пространственной частоты  $p_E$  для сквозного кинематографического процесса. Имеющиеся данные [1] указывают, что в современном кинематографе критическая пространственная частота может достигать  $p_E \cong 15$  лин/мм и выше, в зависимости от качества используемых киноплёнок, оптики и киноаппаратуры. Формула (4) принимает следующий вид:

$$K_E = \frac{1}{50 \cdot M_0} \text{ при } p_E = 15 \text{ лин/мм.} \quad (6)$$

В случае низкого качества отдельных звеньев кинематографического процесса значения критической пространственной частоты могут быть существенно ниже 15 лин/мм, что приводит к неудовлетворительному качеству изображения на экране.

Угловое увеличение изображения  $M_0$  достигает максимальных значений для зрителей первых рядов кинотеатра, и эти максимальные значения  $M_0$  ограничиваются нормами и рекомендациями по проектированию кинотеатров.

#### Угловые размеры экрана и резкость изображения

Если пренебречь влиянием кривизны экрана, а также наличием углов между направлениями линий проекции и линии наблюдения границ экрана, то можно соотношение (2) представить в виде следующих приближенных выражений:

$$\operatorname{tg} \alpha/2 \cong 0,5 \cdot b_{\text{пл}} \cdot M_0. \quad (7)$$

Аналогично можно получить соотношение

$$\operatorname{tg} \beta/2 \cong 0,5 \cdot h_{\text{пл}} \cdot M_0. \quad (8)$$

Здесь:  $\alpha$  — горизонтальный и  $\beta$  — вертикальный углы, в которых зритель видит изображение на экране;  $b_{\text{пл}}$ ;  $h_{\text{пл}}$  — соответственно ширина и высота изображения кадра на пленке.

Соотношения (7) и (8), очевидно, более точно соблюдаются для зрителей, находящихся на средних, а не на боковых местах в зрительном зале. На рисунке показаны зависимости угловых размеров экрана  $\alpha$ ,  $\beta$  от углового увеличения изображения  $M_0$ .

Из соотношений (4), (7) видно, в какой мере для соблюдения заданной достаточно высокой резкости изображения можно при переходе от 35- к 70-мм пленке увеличить горизонтальные и вертикальные углы, в которых зрители видят изображение на экране. Наоборот, переход от 35-мм к 16- или 8-мм фильмокопии (при сохранении удовлетворительной резкости изображения) требует уменьшения угловых размеров экрана  $\alpha$  и  $\beta$ .

В системах узкоплёночного 8- и 16-мм кино за счет использования более широкой пленки для съемки и контратипирования (за счет применения оптической печати) можно добиться несколько более высоких значений критической частоты  $p_E$ . В узкоплёночной аппаратуре также можно принципиально достигнуть более высоких значений  $p_E$  в тех звеньях процесса, где эти величины определяются колебаниями более узкой, чем обычная, пленки. Однако некоторое увеличение  $p_E$  за счет указанных факторов оказывается все же менее существенным, чем влияние уменьшения размеров изображения на пленке  $b_{\text{пл}}$ ,  $h_{\text{пл}}$ . Поэтому использование узкой пленки обычно требует при сохранении достаточной резкости изображения определенного уменьшения угловых размеров изображения на экране.

Распространено ошибочное мнение, что получение высокого качества изображения в отношении резкости требует соблюдения определенных абсолютных значений оптического увеличения при проекции:

$$M_{\text{пр}} = \frac{b_{\text{эк}}}{b_{\text{пл}}}. \quad (9)$$

На основании этого иногда полагают, что в крупных кинотеатрах с большими размерами экрана целесообразно применение широкоформатной 70-мм пленки, а в малых зрительных залах с небольшими экранами хорошее качество изображения может быть достигнуто и с применением узкой — 16- и 8-мм — пленки. Однако, как видно из соотношений (4) и (7), условия резкости изображения не ограничивают применения 16-мм

пленки в крупных залах и 70-мм пленки в средних и малых залах. Независимо от размеров зрительного зала использование узкой пленки, исходя из условий резкости изображения, требует уменьшения угловых размеров экрана, а применение широкоформатной пленки позволяет в залах любых размеров увеличить угловые размеры экрана.

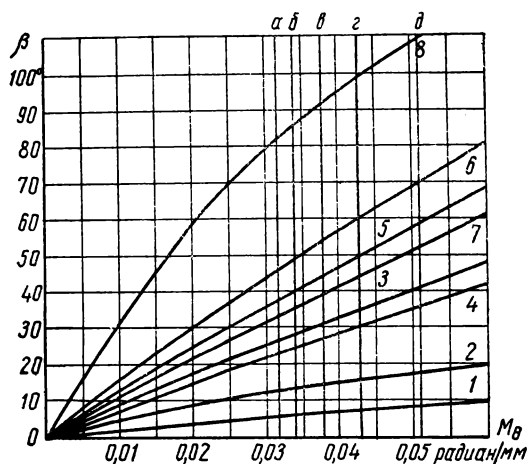
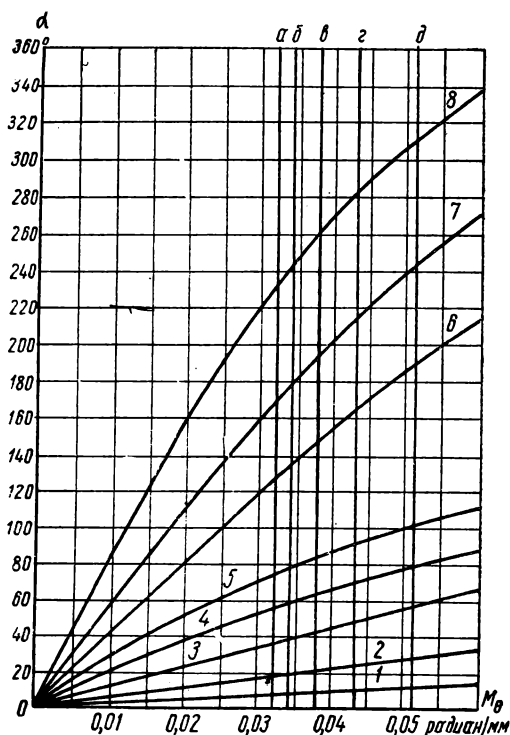
Из соотношений (4)–(6) видно, что при соблюдении определенного уровня качества изображения по резкости ( $K_E$ ) возможны два направления в достижении увеличенных угловых размеров изображения ( $\alpha$ ;  $\beta$ ); увеличение размеров кадра на пленке ( $b_{пл}$ ;  $h_{пл}$ ) и повышение критической частоты кинематографического процесса ( $p_E$ ).

Другой возможный путь увеличения угловых размеров экрана — применение нескольких пленок для одновременной проекции. Если в этом случае отдельные части экрана с изображениями, проецируемыми с помощью различных пленок, удалены от места наблюдения приблизительно на одинаковые расстояния, то полные угловые размеры экрана, согласно выражениям (7) и (8), оказываются равными:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &\cong 2 \cdot n_{гр} \cdot \arctg(0,5 b_{пл} \cdot M_0); \\ \beta &\cong 2 \cdot n_{вр} \cdot \arctg(0,5 h_{пл} \cdot M_0). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Здесь:  $n_{гр}$ ;  $n_{вр}$  — число пленок, используемых для одновременной проекции одного кадра соответственно по горизонтали и вертикали.

На рисунке показаны кривые зависимости угловых размеров экрана, соответствующие соотношениям (10) для кинопанорамы, в которой используются три 35-мм пленки, и для предполагаемой системы кинематографа, основанной на использовании трех 70-мм пленок с увеличенным по высоте форматом кадра.



Угловые размеры изображения на экране ( $\alpha$  — по горизонтали,  $\beta$  — по вертикали) для систем кинематографа:

1 — 8-мм узкоплечный; 2 — 16-мм узкоплечный; 3 — 35-мм обычный; 4 — 35-мм широкоэкранный с коэффициентом анаморфозы — 2; 5 — 70-мм широкоформатный; 6 — 3 × 35-мм панорамный (кинопанорама); 7 — 3 × 35-мм; предполагаемая система панорамного кинематографа с увеличенными угловыми размерами экрана по горизонтали за счет использования анаморфотной оптики с коэффициентом анаморфозы — 2 (размер кадра 3 × 24 × 27,5 мм); 8 — 3 × 70-мм; предполагаемая система с весьма большими угловыми размерами изображения (размер кадра 3 × 51 × 56 мм)

Угловое увеличение изображения ( $M_0$ ) для зрителей первого ряда кинотеатра при проецировании различного вида фильмов:

$a$  — 35-мм обычный фильм при  $L_{зр}/b_{эк} = 1,5$ ;  $b$  — 70-мм широкоформатный фильм при  $L_{зр}/b_{эк} = 0,6$ ;  $в$  — 35-мм широкоэкранный фильм при  $L_{зр}/b_{эк} = 0,81$ ;  $г$  — 35-мм фильм с кашетированием кадра при  $L_{зр}/b_{эк} = 1,1$ ;  $д$  — 35-мм широкоэкранный фильм при  $L_{зр}/b_{эк} = 0,6$



### Резкость изображения и угловые размеры экрана в системах кинематографа с анаморфотной оптикой

Выражения (2), (7), (8), (10) для определения углового увеличения изображения и угловых размеров экрана справедливы лишь для систем, в которых не применяется анаморфотная оптика. В системах с использованием анаморфотной оптики значения критической частоты для горизонтального ( $p_{гр}$ ) и вертикального ( $p_{вр}$ ) направлений являются различными. Оказываются различными также и угловые увеличения изображения для горизонтального ( $M_{гр}$ ) и вертикального ( $M_{вр}$ ) направлений.

Учитывая, что в кинематографе допустим сравнительно широкий диапазон изменений критерия резкости изображения, можно для систем с анаморфотной оптикой воспользоваться понятием эквивалентного значения критической частоты, равного

$$p_E = \sqrt{p_{гр} \cdot p_{вр}}, \quad (11)$$

а также понятием эквивалентного углового увеличения изображения, равного

$$M_{\theta} = \sqrt{M_{гр} \cdot M_{вр}}. \quad (12)$$

Для эквивалентных значений  $p_E$  и  $M_{\theta}$ , для приближенной оценки резкости изображения в системах с анаморфотной оптикой можно пользоваться общими соотношениями (1), (4) и (6). При этом, согласно уравнениям (2) и (12), эквивалентное значение углового увеличения изображения определяется по уравнениям

$$M_{\theta} = \frac{L_{пр} \cdot \sqrt{A}}{f_{пр} \cdot L_{зр}}$$

или

$$M_{\theta} = \frac{b_{эк}}{b_{пл} \cdot L_{зр} \cdot \sqrt{A}}; \quad (13)$$

$$A = M_{\theta} / \frac{p_{гр}}{p_{вр}}$$

Здесь:  $A$  — коэффициент анаморфозы при проекции, равный отношению коэффициентов оптического увеличения, соответственно для горизонтального и вертикального направлений (в случае растяжения изображения при проекции коэффициент  $A$  имеет значение больше единицы).

Угловые размеры изображения на экране при применении анаморфотной оптики в соответствии с формулой (13) будут определяться вместо соотношений (7) и (8) следующими выражениями:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} &\cong 0,5 \cdot b_{пл} \cdot M_{\theta} \sqrt{A}; \\ \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} &\cong 0,5 \cdot h_{пл} \cdot M_{\theta} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}}. \end{aligned} \quad (14)$$

Здесь  $M_{\theta}$  измеряется, как и в (7) и (8), в радианах на миллиметр.

Из приведенных уравнений видно, что в системах с анаморфированием увеличения угловых размеров изображения на экране можно достигнуть не только за счет повышения критической пространственной частоты  $p_E$  и изменения размеров кадра на пленке, но и за счет самого анаморфирования. Однако условие соблюдения должной резкости ( $K_E$ ) при увеличении размеров изображения на экране, например по горизонтали, требует соответствующего уменьшения размеров этого изображения по вертикали, так что общая площадь изображения на экране (при одинаковой площади кадра на пленке) должна сохраняться приблизительно неизменной.

Последнее условие является приближенным потому, что соотношения (11) и (12) справедливы лишь приблизительно, и потому, что применение анаморфотной оптики обычно приводит к некоторому уменьшению критической пространственной частоты  $p_E$  для сквозного кинематографического процесса.

На рисунке показана зависимость угловых размеров экрана  $\alpha$  и  $\beta$  от углового увеличения изображения  $M_{\theta}$  для 35-мм широкоэкранный кинематографа с анаморфотной оптикой (14). На рисунке отмечено максимальное значение углового увеличения, которое в настоящее время принимается равным для первых рядов кинотеатров при проектировании обычных 35-мм фильмов  $M_{\theta} = 0,032 \text{ рад/мм}$ , что соответствует расстоянию зрителя до экрана  $L_{зр} = 1,5 \cdot b_{эк}$ .

Если на экран той же высоты проецируется широкоэкранный 35-мм кинофильм, то, согласно формуле (13), эквивалентное угловое увеличение составляет  $M_{\theta} = 0,038 \text{ рад/мм}$ .

При одинаковой высоте экрана проекция 35-мм фильма по способу кашетирования с соотношением сторон кадра 1,85:1 дает

в таком кинотеатре угловое увеличение  $M_\theta = 0,043 \text{ рад/мм}$ . Такое же угловое увеличение имеет место при демонстрации обычных 35-мм фильмов, если расстояние зрителей от экрана  $L_{зр} = 1,1 \cdot b_{эк}$ .

Согласно действующим в настоящее время рекомендациям по проектированию кинотеатров, в случае проецирования широкоформатных фильмов расстояние зрителей первого ряда от экрана составляет  $L_{зр} = 0,6 \cdot b_{эк}$ , что соответствует  $M_\theta = 0,034 \text{ рад/мм}$ .

Действующими нормами на проектирование кинотеатров в случае проекции широкоэкранных фильмов допускается такое же минимальное расстояние от зрителей первого ряда до экрана  $L_{зр} = 0,6 \cdot b_{эк}$ . Это соответствует угловому увеличению  $M_\theta = 0,051 \text{ рад/мм}$ . Опыт работы широкоэкранных кинотеатров показывает, что это значение углового увеличения  $M_\theta$  чрезмерно большое, оно приводит к заметному снижению резкости изображения. Такой вывод подтверждается и приведенными выше соотношениями (4)–(6).

Из кривых, показанных на рисунках, видно, что действующие нормы на проектирование широкоэкранных кинотеатров имеют, кроме того, недостаток слишком большого значения  $L_{пр}/L_{зр} = 3,3$  для зрителей первого ряда. В результате зрители последнего ряда видят изображение на экране при слишком малом угловом увеличении  $M_\theta$ , т. е. при чрезмерно малых угловых размерах экрана  $\alpha_{min}, \beta_{min}$ , так как

$$M_{\theta_{min}} \cong M_{\theta_{max}} \cdot \frac{L_{зр}}{L_{пр}}. \quad (15)$$

Здесь  $M_{\theta_{max}}$  — максимальное значение углового увеличения для зрителей первого ряда кинотеатра, соответствующее  $L_{зр}$ .

Соотношение (15) соответствует обычному случаю, когда проекционное расстояние близко к расстоянию от экрана до последнего ряда зрительного зала.

На рисунке показаны угловые размеры экрана  $\alpha$  и  $\beta$  для предполагаемой системы кинематографа, в которой, как и в кинопанораме, используются три 35-мм пленки и, кроме того, применена анаморфотная оптика (с коэффициентом анаморфозы, равным 2). За счет использования анаморфотной оптики в этом случае можно существенно увеличить горизонтальный угловой

размер экрана. Однако большим недостатком такой системы был бы значительно меньший вертикальный угловой размер экрана по сравнению с кинопанорамой.

Соотношения (7), (8), (10), (14) позволяют найти максимальные значения угловых размеров экрана  $\alpha$  и  $\beta$  для различных систем кинематографа по максимально допустимому угловому увеличению изображения  $M_\theta$ . При этом последняя величина  $M_\theta$  определяется, согласно соотношениям (4), (5) и (6), из условий резкости изображения. Следует иметь в виду, что максимально допустимое угловое увеличение  $M_\theta$  может определяться не резкостью, а зернистостью изображения.

### Количество информации и резкость изображения в различных системах кинематографа

Количество информации, которое передает кинематограф, зависит от многих факторов и прежде всего от характера изображения конкретных кадров фильма. Поэтому характеристикой той или иной системы кинематографа может быть лишь информационная емкость, т. е. максимальное количество информации, которое может быть передано в данной системе.

Согласно теории информации, информационная емкость  $C$  изобразительной части кинематографического процесса в случае черно-белого изображения может быть определена следующим соотношением [2, 3]:

$$C \cong Q_{пл} \cdot R^2 \cdot \lg_2 m_B. \quad (16)$$

Здесь:  $Q_{пл}$  — полезная площадь кадра на позитиве фильма ( $\text{мм}^2$ );  $R$  — разрешающая способность сквозного кинематографического процесса, приведенная к позитиву фильма ( $\text{лин/мм}$ );  $m_B$  — число различных уровней яркости изображения на экране, которые могут быть переданы в данном кинематографическом процессе.

Информационная емкость  $C$  определяет предельное число возможных различных изображений, которые могут быть переданы в кинематографическом процессе, включая и те изображения, которые не имеют смыслового значения.

Выражение (16) дает преувеличенное значение для информационной емкости, так как не учитывает снижения контраста при

уменьшении размеров элементов изображения до размеров, соответствующих разрешающей способности  $R$ .

Если в соотношении (16) мы заменим разрешающую способность  $R$  критической пространственной частотой  $p_E$  сквозного кинематографического процесса, то получим, очевидно, преуменьшенное значение для информационной емкости этого процесса:

$$C \cong Q_{\text{пл}} \cdot p_E^2 \cdot \lg_2 m_B. \quad (17)$$

Соотношения (16) и (17) не учитывают процесса восприятия изображения зрителем. В действительности информация, воспринимаемая зрителем в кинематографе, значительно меньше, чем его информационная емкость. Однако увеличение информационной емкости кинематографического процесса означает расширение изобразительных возможностей кинематографа, больший выбор конкретной информации (связанной с определенными фильмами) вследствие большего количества принципиально возможной информации. В таблице даны значения  $Q_{\text{пл}}$  для различных систем кинематографа. Эти данные показывают значительные преимущества системы широкоформатного и особенно панорамного кинематографа в отношении информационной емкости.

В связи с этим следует указать на неправильное мнение о том, что применение анаморфотной оптики при неизменной площади кадра на пленке может якобы дать увеличение количества информации. Такое мнение, очевидно, ошибочно, как это следует из соотношения (17). Наоборот, дополнительное применение анаморфотных объективов или насадок несколько уменьшает результирующую критическую частоту  $p_E$  и поэтому при данной площади кадра на пленке приводит к небольшому уменьшению информационной емкости  $C$  подобных систем кинематографа.

В таблице приведены данные предполагаемой системы кинематографа со сверхбольшими угловыми размерами изображения на экране, которая могла бы иметь большие преимущества в отношении заполнения наибольшей части поля зрения для зрителя, сидящего в зале кинотеатра; такая система обеспечила бы возможность значительно увеличить информационную емкость по сравнению с применяемыми системами.

**Полная площадь кадра на фильмокопии для различных систем кинематографа, определяющая их информационную емкость**

Система кинематографа	Размеры проецируемой части кадра на фильмокопии, мм	Полезная площадь кадра на фильмокопии	
		мм <sup>2</sup>	по отношению к обычному кинематографу
8-мм узкоплечный	4,37×3,28	14,3	0,045
16-мм узкоплечный	9,7×7,26	70,3	0,22
35-мм обычный	20,9×15,2	318	1,00
35-мм с кашетированием кадра: а) соотношение сторон 1:1,65 б) соотношение сторон 1:1,85	20,9×12,7	265	0,83
	20,9×11,3	236	0,74
35-мм широкоэкранный с коэффициентом анаморфозы — 2	23,1×18,1	418	1,3
70-мм широкоформатный	48,6×22	1070	3,35
3×35-мм панорамный	24×27,5 (×3)	1980	6,25
3×70-мм; предполагаемая система с весьма большими угловыми размерами изображения на экране	51×56 (×3)	8570	27

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г., О резкости изображения в кинематографе, Техника кино и телевидения, 1962, № 10.
2. Шеннон К., Уивер В., Теория передачи электрических сигналов при наличии помех, ИЛ, 1953.
3. Глезер В. Д., Цуккерман И. И., Информация и зрение, Изд-во АН СССР, 1961.



А. В. СОЛОМОНИК

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЛОКИРУЮЩИХ И ТРЕХЗВЕННЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ СКОРОСТИ В КИНОПРОЕКЦИОННОЙ АППАРАТУРЕ

778.55 : 778. 553. 1 : 62-531. 6

Рассчитаны технические показатели блокирующих стабилизаторов скорости и стабилизаторов Дэвиса («Дэвисдрайв») в новой кинопроекционной аппаратуре, и показано, что блок-стабилизаторы с упругим коромыслом имеют наилучшие показатели.

В отечественной кинопроекционной аппаратуре применяется несколько типов стабилизаторов скорости кинофильма. К ним относятся сравнительно устаревшие вращающиеся и двухзвенные стабилизаторы и более совершенные блокирующие и трехзвенные стабилизаторы скорости, используемые в новых кинопроекторах КП30-А (СКУ-1), КПС-16-2, КПТ-3, «Сибирь-2» (35-СКПШ-2).

Цель настоящей статьи — расчет стабилизаторов скорости и сопоставление их по конкретным техническим показателям.

## Технические показатели стабилизаторов скорости

Известно, что колебания скорости фотографической или магнитной фонограммы, движущейся мимо читающего штриха или зазора магнитной головки, обуславливают возникновение детонаций. Для их количественной оценки вводится понятие «коэффициент детонации»

$$K_d = \frac{v_m}{v_d} 100\%.$$

Здесь  $v_m$  — амплитуда колебаний скорости звуконосителя;  $v_d$  — постоянная составляющая скорости звуконосителя.

Детонация, прослушиваемая при воспроизведении, является итоговой, результирующей. На основании опытных данных установлено, что детонация первого рода (частота детонации до 12—16 гц) не про-

на отдельных этапах процесса звукопередачи (запись, перезапись, печать, воспроизведение) ограничить детонацию величиной порядка 0,1%, как предлагает А. М. Мелик-Степанян [1], то итоговая детонация окажется, по-видимому, близкой к допустимому значению. При этом в кинопроекционной аппаратуре как аппаратуре крупносерийной следует предъявлять менее жесткие требования к допустимому значению  $K_d$ , ограничивая его предел величиной 0,1—0,15% для 35- и 70-мм фильмов и 0,15—0,2% — для 16-мм фильмов<sup>1</sup>.

Эти данные и взяты в основу расчета требуемых показателей стабилизаторов скорости (табл. 1).

Таблица 1

Стабилизатор скорости	Допустимая величина $K_d$ , %	$\rho$	$n$	Напряжение фильма, г	$v_n$ , р/д/сек	$M_{m2}$ , г·см	Требуемые значения	
							$\eta_T$	$\frac{z_{MT}}{z_{см·сек}} \frac{рад}{рад}$
Блок-стабилизатор кинопроектора КП30-А	0,1	3	4	250	0,009	47,5	69	2100
Тормозной блок-стабилизатор кинопроектора КПС-16-2	0,15—0,2	4	3	100	0,013	4,6	47	140
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора КПТ-3	0,15	2	4	250	0,022	42,5	38	770
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора «Сибирь-2»	0,15	2	4	250	0,021	39,5	38	750

слушивается, если коэффициент детонации не превышает 0,2÷0,25%. Поэтому, если

<sup>1</sup> Верхний предел — для магнитной фонограммы, нижний — для фотографической фонограммы.

Величина коэффициента детонации — главный показатель каждого стабилизатора скорости. В свою очередь коэффициент детонации определяется техническими показателями стабилизатора скорости, к которым относятся: 1) коэффициент защиты  $\eta$ , 2) механическое сопротивление  $z_m$  и 3) характер затухания свободных колебаний системы (демпфирование).

### Блокирующие стабилизаторы скорости

В отечественной кинопроекционной аппаратуре применяются две разновидности блок-стабилизаторов скорости: 1) с упругим коромыслом (кинопроекторы КП30-А и КП5-А — фотозвуковая часть) и 2) тормозной блок-стабилизатор (кинопроектор КПС-16-2).

Схема блок-стабилизатора скорости с симметричным упругим коромыслом кинопроектора КП30-А (СКУ-1) и КП5-А (ТКПУ-1) изображена на рис. 1.

До поступления на гладкий барабан 1, где воспроизводится фотографическая фонограмма 35-мм фильма, фильм огибает ролик 2, свободно вращающиеся на осях рычагов 3. Благодаря пружине 4, стягивающей рычаги, кинофильм оказывается натянутым на всем участке лентопротяжного тракта звуковоспроизводящей части — от тянущего зубчатого барабана 5 до задерживающего барабана 6.

Принцип действия блок-стабилизатора скорости, как известно [1], основан на том, что возникающее вследствие непостоянства скорости зубчатого барабана переменное усилие на одной из ветвей фильма, огибающего гладкий барабан, вызывает равное ему, но противоположно направленное усилие на другой ветви. В результате гладкий барабан почти блокируется от переменных воздействий со стороны зубчатых барабанов.

Схема тормозного блок-стабилизатора скорости с симметричным жестким коромыслом, примененная в кинопроекторе КПС-16-2, показана на рис. 2.

Фонограммы воспроизводятся на гладком барабане 1, который защищен от зубчатого барабана 2, являющегося генератором переменной скорости, симметричным жестким коромыслом 3, качающимся вокруг оси  $O_2$ . На осях коромысла свободно вращаются ролики 4. Натяжение киноленты на гладком

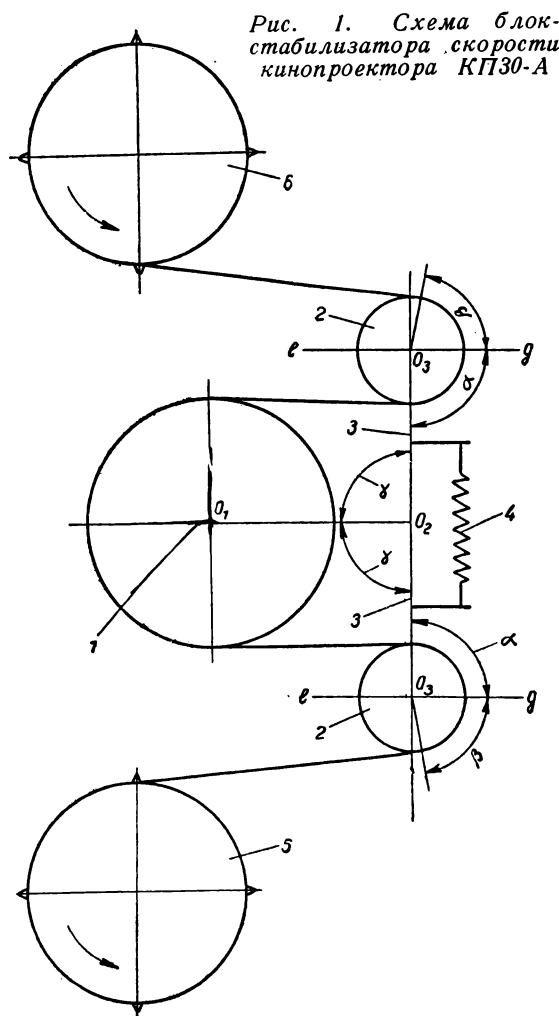


Рис. 1. Схема блок-стабилизатора скорости кинопроектора КП30-А

барабане создается тормозным роликом 5, к которому лента прижимается роликом 6. Тормозной момент на оси ролика 5 создается фрикционными шайбами и спиральной пружиной, расположенными в расточке ролика.

Перечисленные блок-стабилизаторы скорости имеют следующие особенности.

1. За счет пружины (см. рис. 1), стягивающей рычаги, или тормоза (см. рис. 2) можно обеспечить оптимальное натяжение киноленты.

Под оптимальным следует понимать такое минимальное натяжение фильма, при котором практически упругая связь между ведущим и стабилизируемым элементами приобретает почти линейный характер, одновременно устраняется повышенный износ перфорационных перемычек и обеспе-

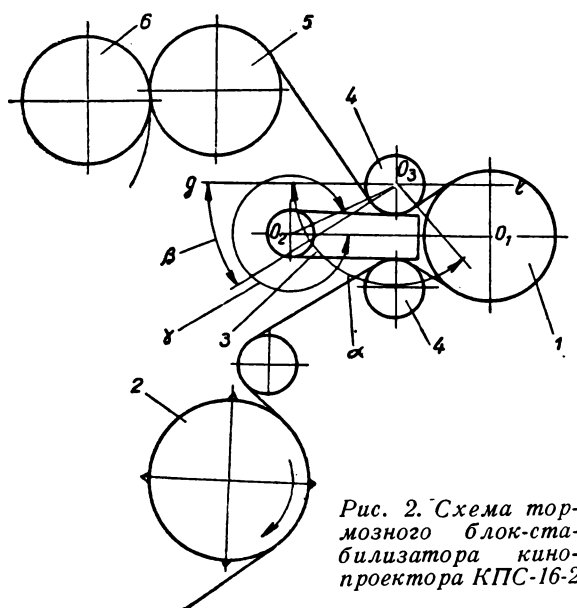


Рис. 2. Схема тормозного блок-стабилизатора кинопроектора КПС-16-2

чивается плотный контакт между лентой и магнитными головками.

Линейная зависимость жесткости киноленты при изгибе от натяжения уменьшает опасность возникновения комбинационных резонансов.

Следует отметить, что натяжение киноленты у однозвенных и двухзвенных стабилизаторов скорости определяется лишь силами трения в опорах вала гладкого барабана и прижимного ролика; оно составляет обычно 20—30 г, что значительно меньше оптимального натяжения.

2. В связи со значительным натяжением (250 ÷ 300 и 100 ÷ 150 г соответственно для 35- и 16-мм форматов) жесткость киноленты  $K_d$  при изгибе столь велика, что оправдывается допущение  $K_d \rightarrow \infty$ .

3. Затухание собственных колебаний осуществляется в блок-стабилизаторе скорости кинопроектора КПС-А за счет воздушного демпфера.

В тормозном блок-стабилизаторе кинопроектора КПС-16-2 применен менее совершенный способ демпфирования: сухое трение в опорах вала гладкого барабана и на оси качания коромысла.

4. Анализ и учет собственных колебаний блокирующей системы (рычагов с роликами на рис. 1 или коромысла с роликами на рис. 2) выполняется с помощью квазиупругого звена, обнаруженного и обоснован-

ного автором блок-стабилизаторов скорости А. М. Мелик-Степаняном [2] и получившего экспериментальное подтверждение в лаборатории кинофотоаппаратуры Ленинградского института киноинженеров [3].

5. По сравнению с блок-стабилизатором скорости с упругим коромыслом тормозной блок-стабилизатор скорости имеет более простую конструкцию, при которой с приводным механизмом связан лишь один зубчатый барабан.

Основные показатели блок-стабилизатора скорости с симметричным упругим коромыслом определяются формулами [1]:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{[K - \Omega_{a1}^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_{a1}^2 R^2}{\Omega_{a1}^4 M_2^2}}; \quad (1)$$

$$\eta_2 = \sqrt{\frac{[K - \Omega_{a2}^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_{a2}^2 R^2}{\Omega_{a2}^2 (\Omega_{a2}^2 M_2^2 + R^2)}}; \quad (2)$$

$$z_m = \sqrt{\frac{[K - \Omega_n^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_n^2 R^2}{\Omega_n^2}}. \quad (3)$$

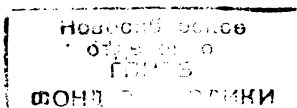
В формулах (1)–(3) приняты следующие обозначения:  $\eta_1$  и  $\eta_2$  — коэффициенты защиты соответственно со стороны задерживающего и тянущего зубчатых барабанов (см. рис. 1);  $z_m$  — механическое сопротивление;  $\Omega_{a1}$  и  $\Omega_{a2}$  — минимальные частоты возмущений, обусловленных зубчатыми барабанами (генераторами переменной скорости);  $\Omega_n$  — минимальная частота колебаний скорости, обусловленных переменным моментом сил трения в опорах вала гладкого барабана (генератора переменных сил);  $M_1$  и  $M_2$  — соответственно приведенные массы маховика и рычага с роликом;  $K$  — приведенная жесткость квазиупругого звена;  $R$  — приведенный коэффициент трения в демпфере.

Тормозной блок-стабилизатор скорости имеет один генератор переменной скорости и, следовательно, один коэффициент защиты  $\eta$ .

Основные показатели этого стабилизатора скорости определяются формулами [4]:

$$\eta = \sqrt{\frac{[K - \Omega_a^2 (M_1 + M_2)]^2 + \Omega_a^2 R^2}{\Omega_a^2 (\Omega_a^2 M_2^2 + R^2)}}; \quad (4)$$

$$z_m = \sqrt{\frac{[K - \Omega_n^2 (M_1 + M_2)]^2 + \Omega_n^2 R^2}{\Omega_n^2}}. \quad (5)$$





Здесь  $M_3$  — приведенная масса жесткого коромысла с роликами, остальные обозначения — те же, что и в формулах (1)–(3).

### Стабилизатор скорости «Дэвисдрайв»

Трехзвенный стабилизатор скорости с взаимноподпружиненными рычагами применен в магнитозвуковой части кинопроектора КПТ-3 (до него — в КШС-1).

Из верхней кассеты (рис. 3) кинолента поступает на продольно-направляющий ролик 1 и на комбинированный зубчатый барабан 2, свободно вращающийся на оси, огибает ролик 3, который вращается на оси рычага 4, и следует на гладкий барабан 5, нагруженный маховиком 6.

В сбегавшей ветви киноленты повторяется та же схема: с гладкого барабана 7, на валу которого установлен маховик 8, лента, огибая ролик 9, свободно вращающийся на оси рычага 10, поступает на тот же комбинированный барабан 2, огибает продольно-направляющий ролик 11 и поступает на тянущий зубчатый барабан кинопроектора (на рисунке не показан).

Каждый рычаг может качаться вокруг оси  $O_2$ , пружина 12 стягивает рычаги.

Для затухания собственных колебаний системы имеется масляный демпфер 13. Пружина 14 является установочной.

Лентопротяжные механизмы магнитозвуковой части кинопроектора «Сибирь-2», блока СМБ-4 и фильмфонографа ФФП-9 принципиально не отличаются от механизма магнитозвуковой части кинопроектора КПТ-3, за исключением того, что в них отсутствует масляный демпфер. В данном случае затухание собственных колебаний происходит за счет сухого трения на осях качаний рычагов и в опорах валов гладких барабанов.

Стабилизатор скоро-

сти «Дэвисдрайв», разработанный Дэвисом, отличается от схемы блок-стабилизатора скорости не только тем, что в нем оси качания рычагов разъединены, но и тем, что в нем имеется специальная установочная пружина.

Коэффициент защиты  $\eta_1$  и  $\eta_2$  (соответственно со стороны верхней и нижней ветвей комбинированного зубчатого барабана; см. рис. 3) и механическое сопротивление  $z_m$  рассматриваемого стабилизатора скорости определяются следующими формулами, полученными автором:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{[K + K_1 - \Omega_{a_1}^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_{a_1}^2 R^2}{\Omega_{a_1}^4 M_2^2}}; \quad (6)$$

$$\eta_2 = \sqrt{\frac{[K + K_1 - \Omega_{a_2}^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_{a_2}^2 R^2}{(K_1 - \Omega_{a_2}^2 M_2)^2 + \Omega_{a_2}^2 R^2}}; \quad (7)$$

$$z_m = \sqrt{\frac{[K + K_1 - \Omega_n^2 (M_1 + 2M_2)]^2 + \Omega_n^2 R^2}{\Omega_n^2}}. \quad (8)$$

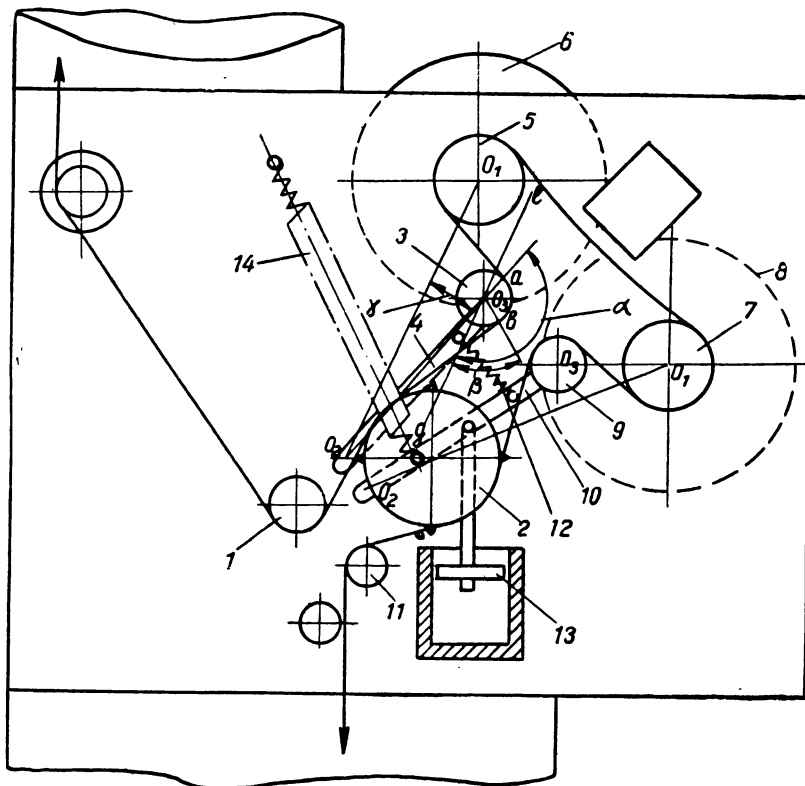


Рис. 3. Принципиальная схема стабилизатора скорости «Дэвисдрайв»

Здесь  $K_1$  — приведенная жесткость установочной пружины; остальные обозначения были приведены выше.

Следует оговорить, что частоты возмущений  $\Omega_{a_1}$  и  $\Omega_{a_2}$ , поступающих на стабилизируемый элемент от комбинированного зубчатого барабана, задаются тянущим зубчатым барабаном, установленным на головке кинопроектора и получающим вращение от его приводного механизма.

Рассматриваемая схема стабилизатора скорости в кинопроекторах КПП-3 и «Сибирь-2» имеет следующие особенности:

1) лентопротяжный механизм не связан кинематически с приводным механизмом кинопроектора;

2) свободно вращающийся комбинированный зубчатый барабан, который приводится в движение кинолентой от тянущего барабана, установленного на проекционной головке, поддерживает постоянство длины петли киноленты, огибающей гладкие барабаны;

3) натяжение киноленты (250—300 г) близко к оптимальному;

4) весьма значительное натяжение позволяет: считать, как и ранее, что жесткость киноленты при изгибе бесконечно велика; использовать два гладких барабана с натянутым участком киноленты между ними, что существенно при воспроизведении магнитных фонограмм.

#### Требуемые и действительные расчетные значения основных показателей

При расчете любого стабилизатора скорости одной из задач является взаимная увязка допустимого значения коэффициента детонации с основными показателями, т. е. определение численных величин коэффициентов защиты и механического сопротивления, при которых коэффициент детонации  $K_d$  не выходит за заданные пределы.

Очевидно, что отношение геометрической суммы переменных составляющих скорости, обусловленных генераторами переменной скорости ( $v_B$ ) и переменной силы ( $v_n$ ), а также радикальным биением гладкого барабана ( $v_s$ ), к постоянной составляющей не должно превышать допустимого значения  $K_d$ .

Приближенно считают [1], что для вращательного движения

$$v_B = v_n = v_s = \frac{K_d v_n}{\rho \sqrt{n}}, \quad (9)$$

где  $n$  — число слагаемых переменной скорости;  $\rho$  — радиус гладкого барабана.

Приняв, что амплитуда переменной составляющей скорости, обусловленной зацеплением одной пары зубчатых колес, составляет (предельно) 2% от средней скорости, А. М. Мелик-Степанян предложил формулу для определения требуемого значения коэффициента защиты  $\eta_T$  в зависимости от верхнего предела коэффициента детонации  $K_d$ :

$$\eta_T = \frac{0,02 \sqrt{pn}}{K_d}, \quad (10)$$

где  $p$  — число последовательно связанных пар зубчатых передач.

Требуемое значение механического сопротивления  $z_{MT}$  приближенно определяется следующим образом.

По конструктивной схеме стабилизируемого элемента определяют реакции в опорах  $R_A$  и  $R_B$  с учетом в данном случае веса маховика и гладкого барабана, а также равнодействующей натяжения фильма.

Зная реакции, определяют момент трения  $M_m$  в опорах вала гладкого барабана:

$$M_m = (R_A + R_B) f r,$$

где  $f$  — приведенный к шейке вала коэффициент трения шарикоподшипников (0,01—0,015);  $r$  — радиус вала гладкого барабана.

Из литературы [5] известно, что амплитудное значение переменной составляющей  $M_n$  момента силы трения в опорах вала гладкого барабана находится в пределах до 40% от постоянной составляющей  $M_m$ .

Таким образом, требуемое механическое сопротивление равно

$$z_{MT} = \frac{M_n}{v_n} \approx \frac{0,4 M_m}{v_n},$$

или, учтя формулу (9),

$$z_{MT} \approx \frac{0,4 M_m \rho \sqrt{n}}{K_d v_n} \left( \frac{2 \cdot \text{с.м.сек}}{\text{рад}} \right). \quad (11)$$

В табл. 1 приведены требуемые значения основных показателей рассматриваемых стабилизаторов скорости в зависимости от допустимой величины коэффициента детонации, рассчитанные по формулам (9—11).

Действительные значения основных показателей стабилизаторов скорости рассчитаем, ориентируясь на критический процесс

затухания свободных колебаний. Для этого формулы (1)–(8) следует преобразовать путем подстановки в них значений  $R = R_{кр}$ , где  $R_{кр}$  — величина коэффициента трения, необходимая для обеспечения критического демпфирования.

Так, для блок-стабилизатора с упругим коромыслом коэффициенты защиты  $\eta_{1,2кр}$  и механическое сопротивление  $z_{мкр}$  приобретают следующий вид:

$$\eta_{1кр} = \frac{K + \Omega_{a_1}^2 (M_1 + 2M_2)}{\Omega_{a_1}^2 M_2}; \quad (12)$$

$$\eta_{2кр} = \frac{K + \Omega_{a_2}^2 (M_1 + 2M_2)}{\Omega_{a_2} \sqrt{\Omega_{a_2}^2 M_2^2 + R_{кр}^2}}; \quad (13)$$

$$z_{мкр} = \frac{K + \Omega_{п}^2 (M_1 + 2M_2)}{\Omega_{п}}. \quad (14)$$

Аналогичные преобразования (опускаемые здесь) легко выполнить и для остальных изучаемых схем стабилизаторов скорости.

В табл. 2 вычислены основные технические показатели рассматриваемых стабилизаторов скорости.

К этой таблице необходимо дать следующие пояснения:

1) элементы стабилизаторов скорости приведены к периферии гладкого барабана по формулам приведения [1, 6];

2) коэффициент приведения  $N$  рассчитан по формуле [6]:

$$N = L^2 (\cos(\gamma - \alpha) - \cos(\gamma + \beta)), \quad (15)$$

где  $L$  — длина рычага;  $\gamma$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  — углы, показанные на рис. 1, 2, 3.

Из формулы (15) видно, что коэффициент  $N$  имеет максимальное значение при  $\gamma = \alpha = \beta = 90^\circ$ . В этом случае  $N_{max} = 4L^2$ .

Таблица 2

Стабилизатор скорости	Длина рычага, см	Коэффициент, N	Момент инерции, г·см·сек <sup>2</sup>			Приведенная масса, г·сек <sup>2</sup> /см		
			маховика	рычага с роликом	коромысла с роликами	маховика	рычага с роликом	коромысла с роликами
Блок-стабилизатор кинопроектора КП30-А	3,5	3,96 L <sup>2</sup>	119	0,6	—	19	0,012	—
Тормозной блок-стабилизатор кинопроектора КПС-16-2	1,65	1,79 L <sup>2</sup>	43,1	—	0,066	27,6	—	0,014
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора КПТ-3	9,0	1,79 L <sup>2</sup>	51	8,33	—	45,3	0,057	—
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора «Сибирь-2»	6,2	1,54 L <sup>2</sup>	48	3,62	—	36,6	0,061	—

Стабилизатор скорости	Приведенная жесткость квазиупругости, г/см	Приведенная жесткость установочной пружины, г/см	Частота собственных колебаний $\omega_0$ , сек <sup>-1</sup>	Период собственных колебаний, сек	Приведенный коэффициент трения $R_{кр}$ , г·сек/см	Коэффициенты защиты		Механическое сопротивление $z_{мкр}$ , г·см·сек/рад
						$\eta_{1кр}$	$\eta_{2кр}$	
Блок-стабилизатор кинопроектора КП30-А	5,5	—	0,53	11,9	20,4	1500	23	2200
Тормозной блок-стабилизатор кинопроектора КПС-16-2	170	—	2,5	2,5	137	—	3	675
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора КПТ-3	35,8	0,62	0,89	7,1	81	800	21	3100
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора «Сибирь-2»	72,4	0,86	1,38	4,5	103	600	9	2700

Технические показатели изучаемых типов стабилизаторов скорости характеризуются следующими данными.

1. Коэффициент защиты  $\eta_1$ . Так как в числителе формулы (12) жесткость  $K$  во много раз меньше произведения  $\Omega_{a_1}^2 \times (M_1 + 2M_2)$ , то для практических расчетов ее можно исключить. Аналогичное положение имеет место у стабилизатора скорости Дэвиса.

Тогда

$$\eta_{1кр} \approx \frac{M_1 + 2M_2}{M_2}. \quad (16)$$

Формула (16) показывает, что практически коэффициент защиты  $\eta_{1кр}$  определяется лишь отношением приведенных масс  $M_1$  и  $M_2$ , из которых первая (масса маховика) должна иметь по возможности большее значение, а вторая (масса рычага с роликом), наоборот, быть минимальной.

При прочих равных условиях, чем больше коэффициент приведения  $N$ , тем меньше будет масса  $M_2$ .

Этому условию, как видно из табл. 2, лучше всего удовлетворяет стабилизатор скорости кинопроектора КПЗ0-А, у которого  $N = 3,96 l^2$ , т. е. имеет оптимальное значение. Такая величина коэффициента  $N$  при рациональной конструкции рычага с блокирующим роликом (малый момент инерции) обеспечивает очень малую величину массы  $M_2$ .

В рассматриваемых стабилизаторах скорости наибольший коэффициент защиты  $\eta_{1кр}$  имеет стабилизатор скорости кинопроектора КПЗ0-А; стабилизатор скорости Дэвиса имеет также достаточно большой коэффициент защиты  $\eta_{1кр}$ .

2. Из теории известно [1], что коэффициент защиты  $\eta_2$  со стороны рычага, к которому присоединен демпфер, меньше коэффициента защиты  $\eta_1$  со стороны рычага, где демпфер отсутствует. Из табл. 2 видно, что это положение имеет место и в изучаемых схемах стабилизаторов скорости, причем недопустимо малым оказался коэффициент защиты тормозного блок-стабилизатора<sup>1</sup>.

3. Поскольку при режиме критического затухания коэффициент защиты  $\eta_2$  (или  $\eta$

у тормозного блок-стабилизатора) мал, приходится уменьшать величину коэффициента трения  $R$ , выбрав декремент затухания таким, чтобы вместо критического затухания собственных колебаний удовлетвориться периодическим.

Известно, что периодический характер затухания собственных колебаний можно допустить, если частота собственных колебаний  $\omega_0 \approx \sqrt{\frac{K}{M_1}}$  достаточно низкая [1].

Поэтому решающим фактором при ответе на вопрос о допустимом для каждой схемы стабилизатора скорости характере демпфирования (циклическом или апериодическом) является величина приведенной массы маховика  $M_1$  и приведенной жесткости квазиупругости  $K$ .

И с этой точки зрения, как видно из табл. 2, лучше других схема блок-стабилизатора скорости кинопроектора КПЗ0-А и менее удачны схемы стабилизатора скорости кинопроекторов «Сибирь-2» и особенно КПС-16-2.

4. Для улучшения коэффициента защиты  $\eta_2$  приходится уменьшить коэффициент затухания  $\delta$ . Остановимся, например, на величине  $\delta = \frac{\omega_0}{6,3}$ , что соответствует декременту затухания, равному единице. В этом случае демпфирование будет носить периодический характер, причем коэффициенты защиты приобретают численные значения, указанные в табл. 3.

Из таблицы видно, что сравнительно с режимом критического затухания коэффициент защиты  $\eta_1$  мало изменился, зато вто-

Таблица 3

Стабилизатор скорости	Коэффициент затухания $\delta$ , $\text{сек}^{-1}$	Коэффициент трения $R$ , $\frac{\text{г.сек}}{\text{с.м}}$	Коэффициент защиты	
			$\eta_1$	$\eta_2$
Блок-стабилизатор кинопроектора КПЗ0-А	0,084	3,2	1460	150
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора КПТ-3	0,14	12,8	770	130
Трехзвенный стабилизатор кинопроектора «Сибирь-2»	0,22	16,3	580	57

<sup>1</sup> Коэффициент защиты фактически имеет несколько большее значение, так как сухое трение в стабилизаторе скорости, видимо, меньше, чем это нужно для критического демпфирования.



рой коэффициент защиты увеличился до вполне удовлетворительных значений, особенно в кинопроекторах КП30-А и КПТ-3.

5. Расчеты демпферов, изложенные в [1, 8], здесь не рассматриваются. Ограничимся лишь таким примером. В воздушном демпфере стабилизатора скорости кинопроектора КП30-А при ориентации на критическое демпфирование ( $R_{кр} = 20,4 \frac{2 \cdot \text{см}}{\text{сек}}$  — см. табл. 2) расчетный зазор между поршнем и цилиндром должен составлять (при существующих параметрах демпфера) 0,05 мм, а при периодическом демпфировании ( $R = 3,2 \frac{2 \cdot \text{см}}{\text{сек}}$  — см. табл. 3) — примерно 0,1 мм. На практике величина зазора между поршнем и цилиндром остается неизменной, и величина коэффициента трения регулируется путем изменения сечения проходного канала демпфера. В конструкции демпфера кинопроектора КП30-А такая возможность предусмотрена.

6. При определении механического сопротивления можно пользоваться следующей приближенной формулой:

$$z_{\text{мкр}} \approx \Omega_{\text{п}} M_1. \quad (17)$$

Формула (17) показывает, что механическое сопротивление при заданной частоте возмущения  $\Omega_{\text{п}}$  определяется приведенной массой маховика.

Как видно из табл. 1 и 2, стабилизаторы скорости кинопроекторов КПТ-3, «Сибирь-2», КПС-16-2 имеют механическое сопротивление в 3,5–4 раза больше требуемого. В кинопроекторе КП30-А механическое сопротивление соответствует требуемому; относительно меньшая величина  $z_{\text{мкр}}$  здесь объясняется меньшими величинами приведенной массы маховика  $M_1$  и частоты возмущения  $\Omega_{\text{п}}$ .

7. При использовании блокирующих и трехзвенных (Дэвиса) стабилизаторов скорости приходится иметь дело с «перекосом» блокирующей системы (или рычагов с роликами). Это объясняется тем, что натяжение сбегавшей с гладкого барабана ветви киноленты несколько больше натяжения набегающей ветви — за счет нагрузки от трения в опорах вращающихся элементов и главным образом от трения между звуконосителем и магнитными головками. Это превышение натяжения сбегавшей вет-

ви киноленты вызывает «перекос», т. е. отклонение коромысла (или рычагов) на некоторый угол от положения покоя.

Обычно «перекос» системы ухудшает технические показатели стабилизаторов скорости, поэтому принимают меры к его возможному уменьшению.

Одним из способов решения данной задачи является ввод в систему специальной установочной пружины, что, как мы видели, имеет место в стабилизаторе скорости «Дэвисдрайв» (см. рис. 3).

Другим способом является использование асимметричного (неравноплечного) блок-стабилизатора скорости [7]. Асимметричный блок-стабилизатор скорости с упругим коромыслом и масляным демпфером радиального (дискового) типа принят Центральным конструкторским бюро Министерства культуры СССР в качестве унифицированного для аппаратуры записи, перезаписи и воспроизведения звука [9].

### Заключение

Кинопроекторы КП30-А, КПТ-3 и «Сибирь» имеют две звуковые части: одну — для воспроизведения магнитных фонограмм, другую — для фотографической фонограммы. Естественно было бы ожидать, что звуковые части каждого кинопроектора имеют однотипные стабилизаторы скорости, не говоря уже о том, что и конструктивно их желательно выполнить одинаковыми. Поскольку в действительности этого нет, интересно сопоставить технические показатели стабилизаторов скорости, примененных в интересующих нас аппаратах. Соответствующие данные, рассчитанные для режима критического затухания, сведены в табл. 4.

Из этой таблицы видно, что: 1) вращающийся стабилизатор скорости кинопроектора КПТ-3 имеет наименее удачные показатели, особенно механическое сопротивление, численное значение которого в 2,5 раза меньше необходимого; 2) комбинированный стабилизатор скорости магнитозвуковой части кинопроектора КП30-А (сочетание из двухзвенного стабилизатора скорости и системы «маховик—петля») имеет малый коэффициент защиты  $\eta_{2\text{кр}}$ ; 3) технические показатели этих стабилизаторов скорости уступают показателям трехзвенных и блокирующих стабилизаторов скорости (см. также табл. 2).

Таблица 4

Кинопроектор	Стабилизатор скорости	Демпфер	Требуемые показатели		Действительные показатели		
			$\eta_T$	$\frac{z_{MT}}{z_{с-м-сек}} \frac{рад}{сек}$	$\eta_{1кр}$	$\eta_{2кр}$	$\frac{z_{мкр}}{z_{с-м-сек}} \frac{рад}{сек}$
КП30-А (магнитозвуковая часть — 70-мм формат)	Комбинированный двухзвенный	Сухого трения	52	1950	109	51	7550
КП30-А (фото-звуковая часть — 35-мм формат)	То же	То же	52	1950	59	18	4590
КПТ-3 (фото-звуковая часть)	Вращающийся	Масляный	49	1000	71	—	400
«Сибирь» (фото-звуковая часть)	«Маховик — петля»	Сухого трения	49	1500	210	—	3260

К этому надо добавить, что недостатком стабилизаторов скорости кинопроектора «Сибирь» и магнитозвуковой части кинопроектора КП30-А является отсутствие линейного активного сопротивления. Как показывает практика, при сухом трении, несмотря на высокие расчетные показатели, коэффициент детонации при прочих равных условиях может быть выше, чем при линейном демпфере.

Выполненные расчеты, таким образом, позволяют сделать следующие выводы:

1) в современной отечественной кинопроекционной аппаратуре наилучшими техническими показателями обладают блок-стабилизаторы с упругим коромыслом;

2) технические показатели (коэффициент защиты) стабилизатора скорости Дэвиса значительно уступают показателям блок-стабилизатора скорости при параллельном расположении рычагов.

В кинопроекторах КПТ-3 и «Сибирь-2» применена улучшенная схема стабилизатора скорости Дэвиса, поэтому его показатели приблизились к показателям блок-стабилизатора скорости;

3) теория и опыт подтверждают, что соответствующие показатели может иметь и тормозной блок-стабилизатор.

К сожалению, в кинопроекторе КПС-16-2 применена неудачная схема данного стабилизатора скорости, поэтому и коэффициент детонации достигает 0,3—0,4%. Вместо устранения недостатков схемы и улучшения параметров тормозного блок-стабилизатора завод-изготовитель пошел по другому пути: заменил тормозной блок-стабилизатор (в кинопроекторе КПС-16-2А) двухзвенным стабилизатором скорости от кинопроектора типа ПП-16;

4) трехзвенные стабилизаторы скорости обеспечивают коэффициент детонации 0,15÷0,2%, а блок-стабилизаторы при удачном расчете и исполнении схемы, как

показывает опыт звукозаписывающей аппаратуры, могут иметь коэффициент детонации, не превышающий в среднем 0,1%.

Блок-стабилизаторы скорости следует рекомендовать к более широкому внедрению в кинопроекционную аппаратуру.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мелик-Степанян А. М., Проворов С. М., Детали и механизмы киноаппаратуры, «Искусство», 1959.
2. Мелик-Степанян А. М., Техника кино и телевидения, 1957, № 12.
3. Барбанель С. Р., Мелик-Степанян А. М., Соломоник А. В., Информационно-технический сборник № 4 (31), изд. ЦКБ Министерства культуры СССР, 1962.
4. Мелик-Степанян А. М., Техника кино и телевидения, 1959, № 6.
5. Эпштейн В. Р., Информационно-технический бюллетень № 3 (22), изд. ЦКБ Министерства культуры СССР, 1959.
6. Мелик-Степанян А. М., Информационно-технический бюллетень № 1 (28), изд. ЦКБ Министерства культуры СССР, 1961.
7. Мелик-Степанян А. М., Техника кино и телевидения, 1960, № 3.
8. Воронов Н. И., Информационно-технический бюллетень № 2 (21), изд. ЦКБ Министерства культуры СССР, 1959.
9. Глазунова В. И., Техника кино и телевидения, 1961, № 5.

# ОБ УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ЗВУЧАНИЯ ФОНОГРАММЫ В КИНОТЕАТРЕ

534. 85 : 791. 45

Рассмотрены результаты экспериментов по улучшению качества звучания фонограммы при помощи запаздывающих сигналов.

## 1. Постановка задачи

Было показано<sup>1</sup>, что обычный широко применяемый подход к рассмотрению акустических процессов в помещениях только на основе статистической теории архитектурной акустики не дает полной информации, если объем помещения достаточно велик. В этом случае более точным является геометрический подход, позволяющий проанализировать процесс формирования звукового поля, образованного прямыми и отраженными сигналами, приходящими в различные точки помещения в определенной последовательности в начальной части реверберационного процесса.

Единственным критерием качества акустики помещения в течение долгого времени служило время реверберации. Однако исследования давно показали, что этот критерий недостаточен. Поиски дополнительных критериев привели к единому суждению многих исследователей, что реверберационный процесс состоит из двух неравнозначных частей: начальной, энергия которой названа полезной, и завершающей, энергия которой названа вредной. Комбинация различных соотношений полезной и вредной энергии позволила найти ряд новых критериев (фактор реверберационных помех, критерий Стретта, четкость и др.). Однако во всех предложенных критериях энергия начального участка оценивается суммарно, т. е. в виде интеграла энергии от начала процесса до некоторого времени  $t_0$ .

Пользуясь методом геометрической акустики, нетрудно построить структуру ранних отражений на начальном участке, особенно в больших объемах, где временной спектр отражений дискретен.

Исследования помещений различной формы привели автора к убеждению, что на качество звучания в помещении влияет не столько суммарная энергия в начальной части процесса, сколько структура ранних от-

ражений. Особенно влияют на качество время запаздывания и спад по уровню первых двух-трех отражений, приходящих вслед за прямым сигналом. Рационально выбранное время реверберации в завершающей части процесса лишь определяет общую степень «живости» помещения и придает звучанию приятную тембральную окраску.

Автор поставил задачу экспериментально исследовать влияние первых запаздывающих сигналов на качество звучания и определить оптимальные время запаздывания и спад по уровню, а также роль направления, по которому сигналы приходят в заданную точку помещения.

Для удобства техники эксперимента сигналы, отраженные от поверхностей помещения, имитировались сигналами, излучаемыми через громкоговорители, которые были включены в соответствующие электроакустические каналы.

## 2. Экспериментальная установка

Блок-схема установки изображена на рис. 1. Фонограмма речи или музыки воспроизводится при помощи трехканального магнитофона  $M$ . Скорость движения ленты рассчитана так, чтобы магнитные головки  $\Gamma_2$  и  $\Gamma_3$  при передвижении вдоль шкалы могли обеспечить минимальное запаздывание сигналов по отношению к головке  $\Gamma_1$  примерно через 10 мсек. При помощи регуляторов громкости, имеющихся в усилителях воспроизведения  $У_1$ ,  $У_2$ ,  $У_3$ , обеспечивается возможность снижения уровня запаздывающих сигналов с одного до 10 дб. Между усилителями мощности  $У_4$ ,  $У_5$  и  $У_6$  и тремя громкоговорителями  $Гр_1$ ,  $Гр_2$ , и  $Гр_3$  включен пульт коммутации  $П$ , служащий для воспроизведения фонограммы в необходимых режимах. Схема пульта коммутации показана на рис. 2. Пульт позволяет воспроизводить фонограмму в следующих режимах:

1) три канала с соответствующими задержками по времени действуют независимо (положение 1 ключей 1, 2, 3). В этом

<sup>1</sup> А. Качерович и Е. Хомутов, Акустика и архитектура кинотеатра, «Искусство», 1961.

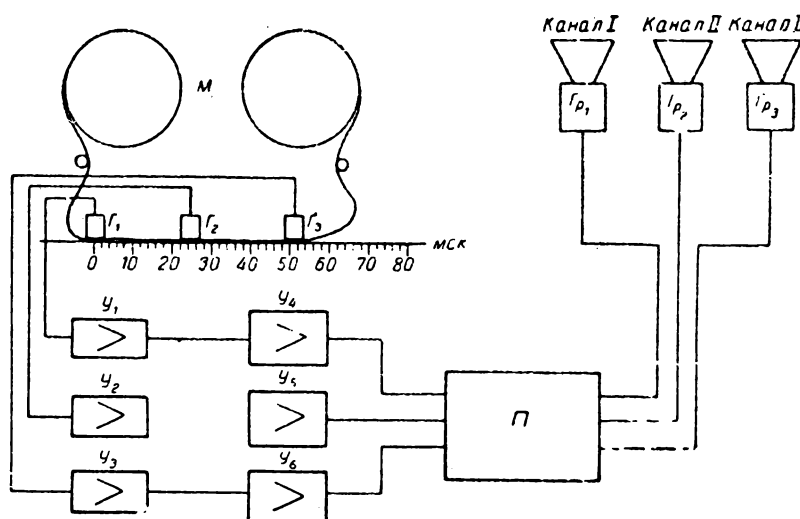


Рис. 1

случае можно слушать фонограмму через громкоговоритель любого канала и в любой комбинации с заданными задержками;

2) прослушивание ведется от громкоговорителя только I канала. Фонограмма может воспроизводиться с одной, двух и трех головок, т. е. с системой задержек, осуществленных в одном канале (положение II ключей 1, 2, 3);

3) прослушивание ведется от громкоговорителей всех трех каналов, включенных в цепь одной головки (положение III ключей 4, 5, 6).

В этом случае фонограмма воспроизводится тремя каналами без задержки во времени.

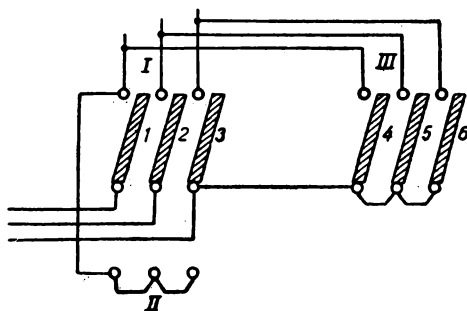


Рис. 2

Помещение для проведения опытов представляло собой комнату квадратной формы площадью  $20 \text{ м}^2$ , высотой  $4,5 \text{ м}$ . Стены и потолок были обработаны звукопоглощающим материалом с коэффициентом поглощения  $\alpha \approx 0,6$  в широкой полосе частот.

Кресло слушателя располагалось в центре комнаты. Громкоговоритель I канала подвешивался на стене перед слушателем на высоте его головы, на расстоянии  $1,5 \text{ м}$ . Громкоговоритель II канала был подвешен к потолку на расстоянии  $1,5 \text{ м}$  от слушателя и мог передвигаться по окружности в вертикальной плоскости так, что его ось всегда была направлена к слушателю. Громкоговоритель III канала располагался в горизонтальной плоскости на уровне головы слушателя и мог также передвигаться по окружности.

Схема расположения громкоговорителей изображена на рис. 3.

Таким образом, слушатель мог принимать звуковые сигналы по трем направлениям: от I канала — по направлению обыч-

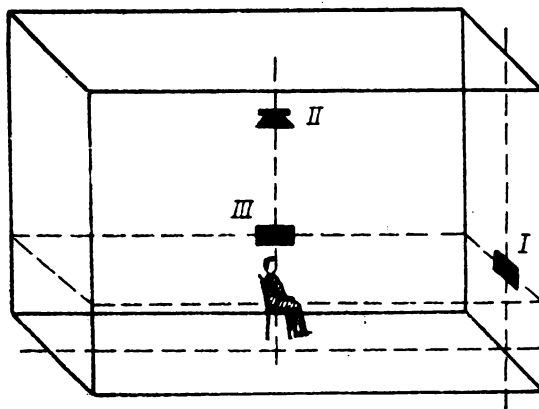


Рис. 3

ного расположения заэкранированных громкоговорителей в кинотеатре, от II канала — сверху, под различными углами и от III канала — сбоку, также под различными углами.

### 3. Экспериментальные исследования

Для прослушивания была записана специальная фонограмма, содержащая речь и музыку различного характера.

Первый эксперимент посвящался исследованию влияния запаздывающих сигналов при воспроизведении фонограммы через один I канал (режим 2).

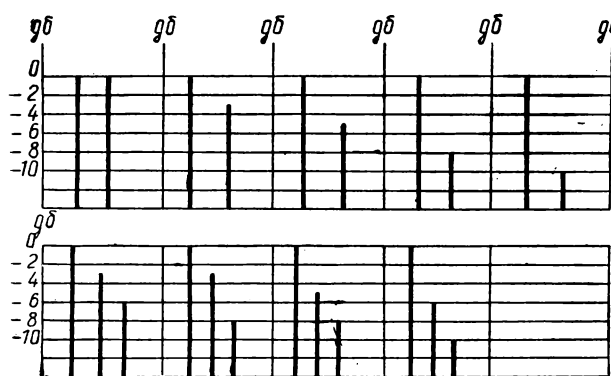


Рис. 4

На рис. 4 и 5 изображены схемы условий проведения эксперимента. На рис. 4 показаны случаи снижения амплитуд запаздывающих сигналов, при которых воспроизводилась фонограмма. В каждом из этих случаев давались запаздывания по времени по схеме рис. 5.

Многочисленное сравнение качества звучания фонограммы при разных режимах звуковоспроизведения позволило сделать следующие выводы:

1) при звуковоспроизведении с одним запаздывающим сигналом, если его время запаздывания меньше 20 мсек, качество звучания не изменяется (независимо от вели-

чины отношения амплитуд запаздывающего и прямого сигналов);

2) когда время запаздывания одного сигнала становится больше 20 мсек, начинает улучшаться артикуляция и появляется более богатая тембральная окраска звука, чем при звучании только прямого сигнала. Оптимальное время запаздывания — около 25 мсек при понижении амплитуды запаздывающего сигнала на  $-3$  дб. При запаздывании сигнала более чем на 30 мсек качество звучания снижается. После 40 мсек появляется эффект «членения» звуков, переходящий постепенно в эхо;

3) если между прямым сигналом и запаздывающим на 30 мсек помещается промежуточный сигнал ( $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 15$  мсек), то качество звучания будет хуже, чем при его отсутствии. Оптимальное звучание достигается при  $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 25$  мсек. В этом случае появляются эффект более «живого» помещения и весьма четкая артикуляция. При этом амплитуды  $A_1 = -3$  дб, а  $A_2 = -6$  дб.

Опыт был повторен в ряде больших залов с различными акустическими условиями (зал НИКФИ, зал имени Я. М. Свердлова в Кремле, зал Дворца съездов в Кремле). Приведенные выше выводы полностью подтвердились во всех залах.

Следующий эксперимент, посвященный исследованию влияния направления прихо-

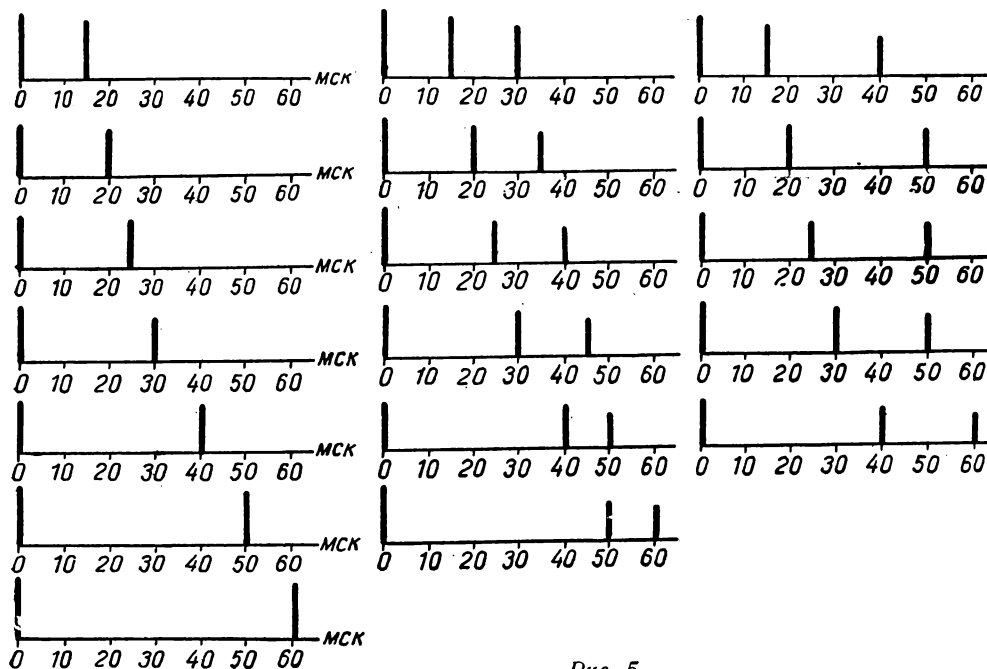


Рис. 5



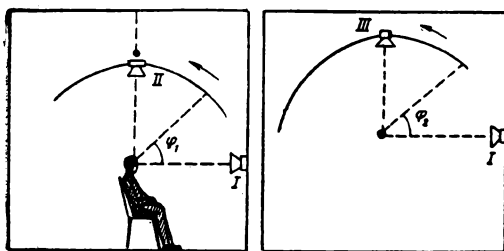


Рис. 6

да запаздывающих сигналов, был поставлен в том же помещении.

Громкоговорители трех каналов были расположены по отношению к слушателю так, как показано на рис. 6.

Громкоговоритель I канала был закреплен, а расположение громкоговорителей II и III каналов менялось по схеме рис. 6. Прослушивание фонограммы велось при разных углах  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Предварительно было установлено, что время запаздывания сигналов от II и III каналов  $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 25$  мсек может быть признано оптимальным, как и при прослушивании через один канал.

Изменение углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  показало, что оптимальный эффект изменения качества звучания получается при  $\varphi_1 = \varphi_2 = 90^\circ$ . Оказалось, что эффект изменяется значительно слабее при уменьшении углов, чем при увеличении (при условии достаточно большого расстояния между подвижными громкоговорителями и громкоговорителями I канала).

В результате эксперимента установлено следующее:

1. Если время запаздывания, снижение амплитуд и углы направления прихода сигналов II и III каналов оптимальны, то качество звучания фонограммы резко изменяется. Появляется эффект значительного увеличения реверберации и, что особенно важно, объемности звучания. Звук приобретает богатую окраску. Интересно, что при этом повышается артикуляция и полностью сохраняется локализация источника I канала.

При переключении же системы на режим одновременного прихода всех трех сигналов при данном расположении громкоговорителей локализация источника нарушается. Как правило, он перемещается вверх. При этом несколько ухудшается окраска звука по сравнению с системой запаздывающих

сигналов и становится меньше эффект «живого» помещения. Звучание при системе задержек по сравнению со звучанием при обычной одноканальной передаче имеет исключительно большое преимущество. У слушателя создается впечатление, что объем помещения значительно увеличился с сохранением разборчивости.

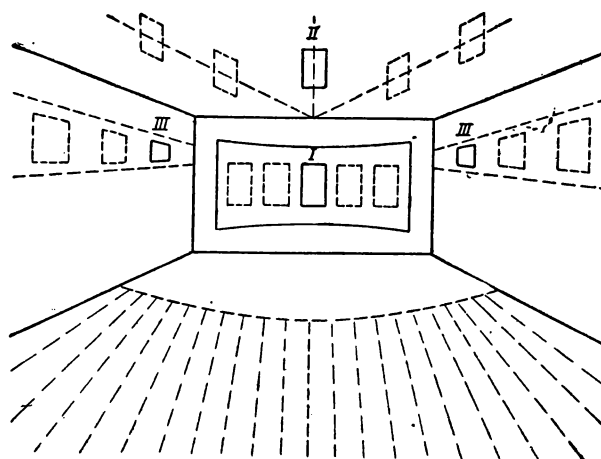
2. Запаздывающие сигналы, приходящие с фронтальной (по отношению к слушателю) стороны, создают значительно больший эффект, чем приходящие с тыльной. При достаточно больших углах  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  (значительно более  $90^\circ$ ) эффект начинает ухудшать качество звучания.

На основании полученных результатов, поставили второй эксперимент в большом помещении зрительного зала московского кинотеатра «Россия».

Для эксперимента использовали установленную в кинотеатре девятиканальную систему звуковоспроизведения. В цепи I, VI, VIII и IX каналов отключили по одному громкоговорителю, находящемуся на таком отдалении от зрительских мест, чтобы можно было расстояние от каждого громкоговорителя до любого зрительского места считать практически одинаковым (рис. 7).

Громкоговорители были включены через свои мощные усилители в цепь трехканального магнитофона следующим образом: центральный заэкраный — в цепь I канала, потолочный — в цепь II канала и два боковых — в цепь III канала. Коммутационный пульт управления был вынесен в зал для сравнительного прослушивания.

Предварительно в зале провели измере-



• Рис. 7

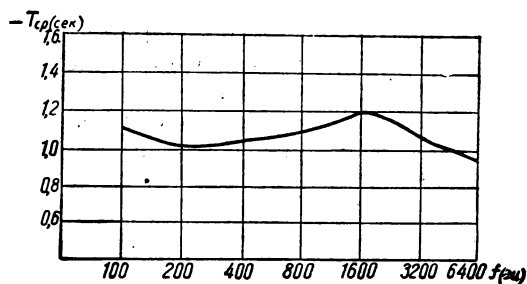


Рис. 8

ния времени реверберации. Результаты измерения среднего времени реверберации (по данным в 15 точках зрительного зала) приведены на рис. 8.

Для прослушивания фонограммы, воспроизведенной во всех описанных выше режимах, были приглашены в основном технические руководители московских кинотеатров (примерно 25 человек), а при второй демонстрации — специалисты в области звукотехники. Мнение аудитории полностью совпало с нашими выводами, сделанными на основании подробного исследования. Качество звучания фонограммы, воспроизведенной в режиме двух запаздывающих сигналов с понижением амплитуды каждого следующего сигнала на 3 дБ по сравнению с предыдущим, резко отличается от многоканального воспроизведения, а также от одновременного звуковоспроизведения по трем каналам. Сильно ощущается эффект «живого» и объемного звучания, что дает приятную окраску звука, сохраняет высокую артикуляцию и дает четкую локализацию заэкранного громкоговорителя.

#### 4. Анализ полученных результатов

Анализ влияния структуры ранних отражений на начальном участке реверберационного процесса и результатов проведенных экспериментов позволяет сделать следующие выводы:

1. На акустические условия в помещении влияет не только время реверберации, но и главным образом структура отражений, приходящих в течение некоторого начального участка реверберационного процесса. Предположение о том, что ухо суммирует энергию, приходящую в течение первых 50 ÷ 60 мсек независимо от временной последовательности сигналов, по-видимому,

ошибочно. Опыт показывает, что при данном количестве отражений, приходящих в течение этого отрезка времени, качество воспринимаемого звучания оказывается различным при разной структуре картины отражений, несмотря на то, что суммарная энергия сохраняется постоянной.

2. На качество звучания влияет не только последовательность прихода отражений, но и направление их прихода. Было найдено, что оптимальное звучание достигается в случае, когда первое (вслед за прямым звуком) отражение приходит к слушателю через 25 мсек; при этом направления прихода первого и следующих за ним отражений находятся под разными углами. Постепенное сгущение приходящих более поздних отражений переходит в обычный реверберационный процесс, который может быть оценен по классическим формулам статистической теории.

Сочетание правильно выбранной структуры отражений на начальном участке с оптимальным временем реверберации завершающей части процесса обеспечивает наилучшие условия звука в помещении.

3. Заданная структура ранних отражений на начальном участке реверберационного процесса может быть обеспечена в помещениях лекционных залов, театров, концертных залов и кинотеатров при помощи комбинации звукоотражающих панелей и звукопоглощающих конструкций, размеры, форма и расположение которых достаточно точно определяются расчетами. При этом определяется и время реверберации в завершающей части процесса.

Особенно ценен такой метод расчета при проектировании архитектурно-акустической части нового зрительного зала, но может быть также весьма полезным и в ряде случаев реконструкции залов, акустика которых неудовлетворительна. В частности, это относится к большим залам неудачной формы, где к некоторым зрительским местам вслед за прямым сигналом первые отражения приходят лишь через 50 ÷ 60 мсек (зал театра Советской Армии, зал имени П. И. Чайковского в Москве и др.). Если правильно расположить звукоотражающие конструкции (весьма простые и недефицитные) в сочетании с обычными поглотителями звука, то в подобных залах можно достичь весьма благоприятных результатов в исправлении акустических условий.

## 5. Улучшение качества звучания фонограммы в кинотеатре

Результаты исследований представляют частный интерес по отношению к зрительным залам кинотеатров, т. е. к помещениям, предназначенным для воспроизведения звука.

Эксперимент, поставленный в кинотеатре «Россия», показывает, что в зрительном зале, реверберация которого должна быть сравнительно мала, при помощи системы запаздывающих сигналов можно значительно улучшить качество звучания фонограммы при сохранении высокой артикуляции и локализации заэкраных громкоговорителей.

Система запаздывающих сигналов может быть осуществлена в звуковоспроизводящем блоке. Согласно международному стандарту, скорость демонстрации кинофильмов 35-мм ширины составляет 456 мм/сек. Следовательно, для получения вместо одного трех сигналов, сдвинутых друг относительно

друга на 25 мсек, необходимо «читать» фонограмму при помощи трех фотоэлементов, на которые свет попадает через три световых штриха, сдвинутых друг относительно друга примерно на 12 мм.

Электрические сигналы от трех фотоэлементов подаются на три независимых усилителя, которые питают три группы громкоговорителей по схеме, использованной при эксперименте.

Таким образом, задача сводится к устройству нового фотоэлектрического блока, установленного в обычном типовом кинопроекторе, и увеличению звуковоспроизводящей аппаратуры на два усилительных устройства и три громкоговорителя. В широкоэкранных и панорамных кинотеатрах, где такие звуковоспроизводящие устройства предусмотрены в самой системе, задача сводится лишь к установке нового фотоэлектрического блока.

*Всесоюзный научно-исследовательский  
кинофотоинститут*

# АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЙ ПО ФРОНТУ В СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ ДВУХКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ФАНТОМНЫМ КАНАЛОМ

681. 87. 001

Проведен теоретический анализ искажений по фронту в различных двухканальных стереофонических системах с применением двух или трех микрофонов при записи и двух или трех громкоговорителей при воспроизведении. Результаты сопоставлены с результатами, полученными при использовании обычной трехканальной системы.

## 1. Введение

Для правильной передачи движения источника звука, т. е. для полного соответствия между движением источника звука в первичном звуковом поле и движением кажущегося источника звука во вторичном поле, необходимо, чтобы разница в уровнях звуковой энергии громкоговорителей менялась по определенному закону [1, 2].

Задача по определению искажений по фронту состоит из двух частей: 1) определения разницы  $\Delta N$  в уровнях звуковой энергии отдельных громкоговорителей в зависимости от положения  $x/l$  первичного источника звука, движущегося по линии, параллельной линии микрофонов; 2) определения положения кажущегося источника звука, соответствующего данной разнице в уровнях звуковой энергии, создаваемых громкоговорителями.

Объединив эти две части задачи, можно определить несоответствие между местоположением и движением действительного и кажущегося источников звука для различных систем стереофонии.

## 2. Искажения по фронту

При сохранении принятых обозначений [3] разницу в уровнях звуковой энергии от обоих громкоговорителей для обычной двухканальной системы можно выразить уравнением

$$\Delta N = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2}. \quad (1)$$

В случае многоканальной системы эта разница рассматривается для каждого участка между двумя соседними громкоговорителями и выражается [2]

$$\begin{aligned} \Delta N &= 10 \lg \frac{p_1'^2 + p_2'^2 + \dots + p_k'^2}{p_{k+1}'^2 + p_{k+2}'^2 + \dots + p_m'^2} = \\ &= 10 \lg \frac{\sum_{n=1}^k p_n'^2}{\sum_{n=k+1}^m p_n'^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

где:  $k$  — порядковый номер рассматриваемого участка;  $m$  — число громкоговорителей.

В частности, для трехканальной системы получаем:

а) первый участок ( $k=1$ ) — между первым и вторым громкоговорителями

$$\Delta N_1 = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2 + p_3'^2};$$

б) второй участок ( $k=2$ ) — между вторым и третьим громкоговорителями

$$\Delta N_2 = 10 \lg \frac{p_1'^2 + p_2'^2}{p_3'^2}.$$

Если принять, что слушатель неподвижен (это на практике имеет место), и выразить звуковые давления громкоговорителей с помощью характеристики направленности микрофонов и относительного местоположения источника звука по отношению к микрофонам, то получим [3]

$$p_n' = k \cdot \cos \varphi_n \cdot \Phi(\theta_n), \quad (3)$$

где:  $k$  — коэффициент пропорциональности, не зависящий от расположения источника звука и слушателя;  $\varphi$  — угол между направлением на источник звука и перпендикуляром к линии микрофонов;  $\Phi(\theta)$  — характеристика направленности микрофона.

Заменяя в формуле (2) выражение для  $p'_n$ , взятое из (3), получаем

$$\Delta N = 10 \lg \frac{\sum_{n=1}^k \Phi^2(\theta_n) \cos^2 \varphi_n}{\sum_{n=k+1}^m \Phi^2(\theta_n) \cos^2 \varphi_n}. \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что разница в уровнях зависит от характеристики направленности микрофонов  $\Phi(\theta)$ , от количества громкоговорителей  $m$  и от расположения первичного источника звука по отношению к микрофонам ( $\varphi$ ).

Для простоты при рассмотрении можем принять, что микрофоны ненаправлены. Кроме того, и здесь принимаем те же ограничения, что и при рассмотрении вопроса об искажениях по глубине.

### 3. Искажения в различных двухканальных системах

#### а) Система 2—2—2<sup>1</sup>

$$\Delta N = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2} = 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_1}{\cos^2 \varphi_2}. \quad (5)$$

Изменения  $\Delta N$  при перемещении источника звука даны в таблице и показаны на рис. 1.

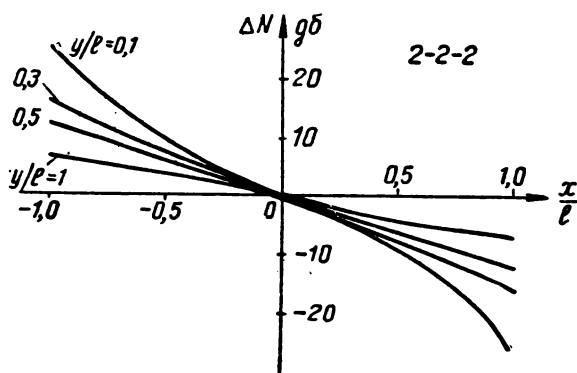


Рис. 1

#### б) Система 2—2—3

Принимаем, что средний громкоговоритель питается симметрично от каждого канала половиной выходного напряжения.

<sup>1</sup> В этом обозначении первая цифра определяет количество микрофонов, вторая — каналов усиления и третья — громкоговорителей. — *Прим. ред.*

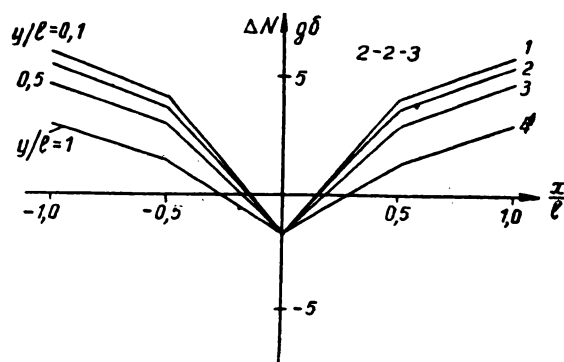


Рис. 2

Для первого участка — между левым и средним громкоговорителями имеем

$$\begin{aligned} \Delta N_1 &= 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2 + p_3'^2} = \\ &= 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_1}{\frac{\cos^2 \varphi_1}{4} + \frac{\cos^2 \varphi_2}{4} + \cos^2 \varphi_2} = \\ &= 10 \lg \frac{4 \cos^2 \varphi_1}{\cos^2 \varphi_1 + 5 \cos^2 \varphi_2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Для второго участка — между средним и правым громкоговорителями имеем

$$\begin{aligned} \Delta N_2 &= 10 \lg \frac{p_1'^2 + p_2'^2}{p_3'^2} = \\ &= 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_2 + 5 \cos^2 \varphi_1}{4 \cos^2 \varphi_2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Изменения  $\Delta N_1$  и  $\Delta N_2$  (для области между левым и средним и соответственно средним и правым громкоговорителями) даны в таблице и показаны на рис. 2.

#### в) Система 3—2—2

Здесь левый громкоговоритель получает сигнал от левого и среднего микрофонов, а правый громкоговоритель — от правого и среднего микрофонов. Следовательно, можно написать:

$$\Delta N = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2} = 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_1 + \cos^2 \varphi_2}{\cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3}. \quad (8)$$

Изменения  $\Delta N$  при перемещении источника звука даны в таблице и на рис. 3.

#### г) Система 3—2—3

В этой системе выполнены одновременно условия из пп. б и в.



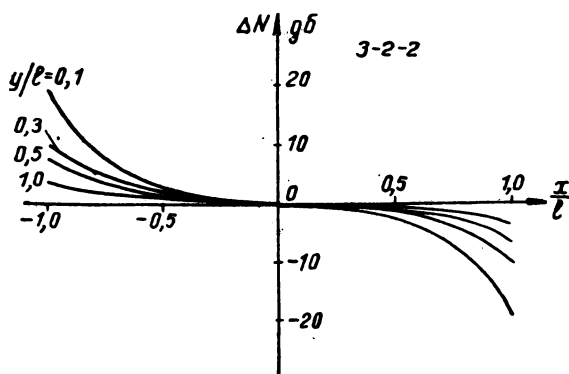


Рис. 3

Получаем:

$$\Delta N_1 = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2 + p_3'^2} =$$

$$= 10 \lg \frac{4(\cos^2 \varphi_1 + \cos^2 \varphi_2)}{\cos^2 \varphi_1 + 8 \cos^2 \varphi_2 + 5 \cos^2 \varphi_3}; \quad (9)$$

$$\Delta N_2 = 10 \lg \frac{p_1'^2 + p_2'^2}{p_3'^2} =$$

$$= 10 \lg \frac{5 \cos^2 \varphi_1 + 8 \cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3}{4(\cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3)}. \quad (10)$$

Результаты вычислений приведены в таблице и на рис. 4.

#### д) Система 3-3-3

Для сравнения рассмотрим систему из трех микрофонов, трех каналов усиления и трех громкоговорителей:

$$\Delta N_1 = 10 \lg \frac{p_1'^2}{p_2'^2 + p_3'^2} =$$

$$= 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_1}{\cos^2 \varphi_2 + \cos^2 \varphi_3}; \quad (11)$$

$$\Delta N_2 = 10 \lg \frac{p_1'^2 + p_2'^2}{p_3'^2} =$$

$$= 10 \lg \frac{\cos^2 \varphi_1 + \cos^2 \varphi_2}{\cos^2 \varphi_3}. \quad (12)$$

Результаты вычислений приведены в таблице и на рис. 5.

Система	y/l	0,1			0,5			1,0		
		x/l -1,0	x/l -0,5	x/l 0,0	x/l -1,0	x/l -0,5	x/l 0,0	x/l -1,0	x/l -0,5	x/l 0,0
2-2-2 ΔN дБ		26,04	9,40	0,0	12,30	6,90	0,0	6,90	4,15	0,0
2-2-3 ΔN „		5,96	4,05	-1,76	4,90	3,01	-1,76	3,01	1,34	-1,76
3-2-2 ΔN „		19,10	2,54	0,0	6,65	2,22	0,0	3,0	1,61	0,0
3-2-3 ΔN „		5,68	-0,76	-3,0	2,20	-0,96	-2,83	0,0	-1,32	-3,62
3-3-3 ΔN „		19,06	-0,46	-20,0	5,86	-0,79	-7,78	1,54	-1,34	-4,77

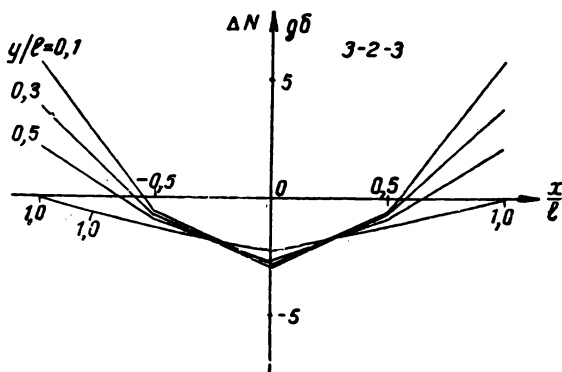


Рис. 4

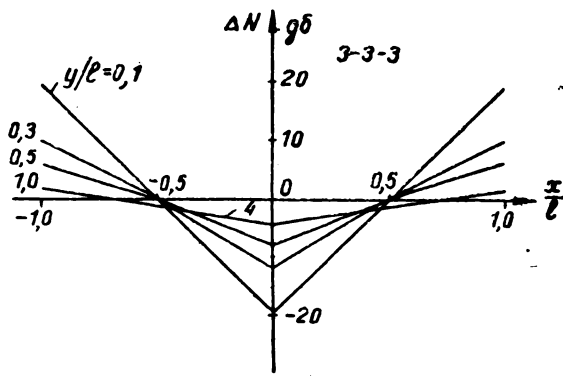


Рис. 5

#### 4. Результаты

Для сравнения на рис. 6 показаны разности в уровнях для всех вышеуказанных систем при  $y/l = 0,1$ . Исходя из рис. 1–6, можно сделать следующий вывод: наибольшие пределы, в которых меняется  $\Delta N$ , имеет система 2–2–2, наименьшие — 3–2–3. Во всех системах  $\Delta N$  уменьшается с увеличением  $y/l$ .

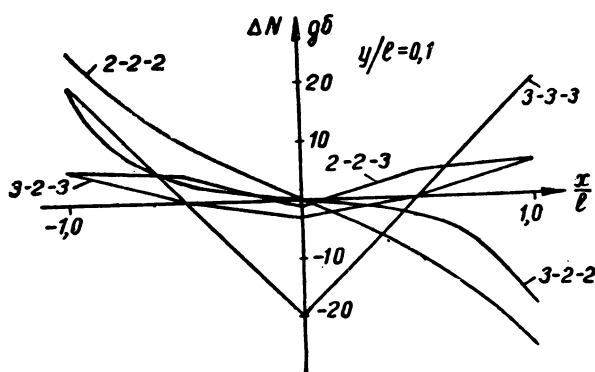


Рис. 6

Решение второй части поставленной задачи, а именно: как будет перемещаться кажущийся звуковой источник при данном изменении в уровнях звуковой энергии громкоговорителей, обычно решается экспериментально [1, 2].

На рис. 7 дана [2] экспериментально полученная зависимость  $x'/l' = f(x/l)$  для ненаправленных микрофонов. Показаны усредненные результаты для 25 слушателей, находившихся во время эксперимента на оси симметрии воспроизводящей системы на расстоянии  $y' = l'$  от линии громкоговорителей.

Если рассматривать одновременно рис. 6 и 7, то можно сказать, что только при большом приближении звукового источника к линии микрофонов осуществляется передвижение кажущегося источника звука по всему фронту громкоговорителей. Например, при системе 2–2–2 и  $y/l = 0,3$  сокращение фронта движения кажущегося источника звука определяется величиной, приблизительно равной 22%, а для системы 3–3–3 эта величина приблизительно равна 45%. Кроме этого, в системе 3–3–3 движение кажущегося источника звука более неравномерно, чем в системе 2–2–2.

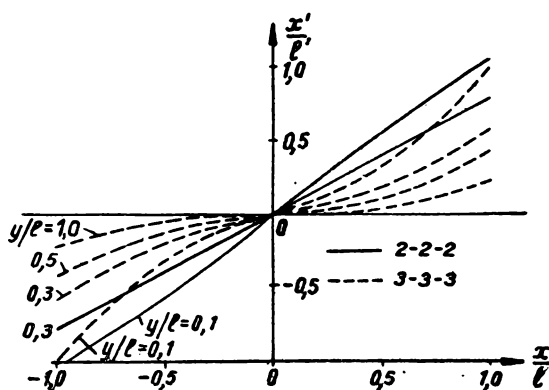


Рис. 7

Нужно сразу отметить, что для того же расстояния  $y/l$  искажения по глубине значительно больше для системы 2–2–2, чем для системы 3–3–3. Подобные исследования могут быть сделаны и для микрофонов с другими характеристиками направленности. Естественно, сокращение фронта движения будет при этом отличаться от рассмотренного, но закономерности аналогичны.

#### 5. Выводы

Введение третьего (фантомного) канала для двухканальной системы значительно улучшает качество стереофонической передачи. Если мы рассмотрим эти системы одновременно по отношению искажений как по глубине, так и по фронту, то увидим, что требования для минимальных искажений противоречивы, т. е. уменьшение искажений по глубине вызывает увеличение искажений по фронту, и наоборот.

Для каждой системы можно найти компромиссное расстояние, на котором должен находиться звуковой источник от линии микрофонов, чтобы оба вида искажений лежали в допустимых пределах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Jordan V. L., A System for Stereophonic Reproduction, *Acustica*, 1954, 4, 36, 38.
2. Маньковский В. С., Движение кажущегося источника звука при многоканальной стереофонической передаче, *Техника кино и телевидения*, 1958, № 9.
3. Малиновски Г. П. и Паскалев Ж. Б., Анализ на и криваванията в долбочина при стереофонични дв-канални системи използващи фантомни вериги, Отчетен доклад НИИКРА, София, 1962.

# АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРОВКА УРОВНЯ ВИДЕОСИГНАЛА В ВИДИКОННОМ ТЕЛЕКИНОКАНАЛЕ

621. 397. 331. 3 : 621. 3. 078 : 621. 397. 231

Рассмотрена система автоматической регулировки уровня видеосигнала в видиконном телекиноканале. Регулирующее напряжение подается на катод видикона; благодаря стабилизации напряжения между катодом и управляющим электродом отпадает необходимость в дополнительном источнике питания. Система обладает высокой устойчивостью, точностью и быстродействием. Результаты экспериментального исследования параметров системы совпадают с данными теоретического анализа.

## Введение

Фильмокопии, применяемые для телекинопроекции, имеют значительный разброс оптических плотностей, вследствие чего при телевизионной передаче освещенность фотокатода (или фотослоя) передающей трубки может изменяться в сотни раз [12]. В связи с ограниченностью рабочего участка световой характеристики применяемых для телекинопередатчиков передающих трубок (супериконоскоп, видикон и значительно реже иконоскоп) изменение освещенности на фотокатоде или фотослое передающей трубки приводит к резким изменениям уровня видеосигнала и, как следствие этого, к непостоянству отношения сигнал/шум. В видиконных каналах, кроме того, может стать заметной инерционность передающей трубки, так как оптимальный режим видикона устанавливается для фильмокопии определенной плотности.

Для сохранения качественных показателей телевизионного тракта видеооператоры вынуждены непрерывно следить за изменением сигнала, чтобы при необходимости регулировать либо яркость источника света (изменением напряжения накала проекционной лампы или, реже, изменением установки диафрагмы), либо напряжение на сигнальной пластине видикона. Естественно, что такое регулирование не может быть эффективным, так как определяется скоростью реакции оператора и его субъективным восприятием.

Для устранения перечисленных недостатков в телекиноканалах все чаще используются системы, в которых уровень видеосигнала в заданных пределах поддерживается автоматически, независимо от оптических плотностей применяемых фильмокопий. Принципы построения таких систем ( отече-

ственных) описаны в работах [1—5], а зарубежных — в работе [10].

В связи с тем что на телецентрах Союза (в том числе и на МТП) в киноканалах в качестве передающих трубок все чаще используются видиконы, а из отечественных систем авторегулирования только одна [2] предназначена для использования в видиконном телекиноканале, а также в связи с увеличением требований к качеству передачи кинофильмов на МТП была проведена работа по созданию системы авторегулирования для видиконных киноканалов.

Чтобы система авторегулирования была простой и надежной в эксплуатации, обеспечивала хорошие качественные показатели и могла быть легко введена в камерные каналы действующих телецентров, при разработке к ней были предъявлены соответствующие требования.

Кроме того, для проверки возможности выполнения поставленных задач основные параметры системы (устойчивость, быстродействие, точность) были проанализированы теоретически и проверены экспериментально.

## Выбор способа авторегулирования

Как известно [10], исходный сигнал для работы системы авторегулирования уровня видеосигнала может быть получен либо от дополнительного датчика освещенности фотокатода или фотослоя передающей трубки (например, от фотоспротивления, фотоэлемента, фотодиода), либо от передающей трубки. В подавляющем большинстве систем авторегулирования, предназначенных для использования в вещательном телевидении, датчиком сигнала является передающая трубка.

Для сохранения хорошей контрастности изображения при телекинопередаче фильмокопий, различающихся по оптическим плотностям и по сюжетной композиции, целесообразно брать исходный сигнал для системы авторегулирования непосредственно от передающей трубки — с выхода предварительного усилителя кинокамеры. Действительно, пиковое значение видеосигнала определяется степенью прозрачности самого светлого участка фильмокопии, вследствие чего двум кадрам с хорошей контрастностью, но с различным заполнением площади темными и светлыми участками соответствует примерно одинаковое пиковое значение видеосигнала, а следовательно, и одинаковое регулирующее напряжение. Вследствие этого система не реагирует на такие фильмокопии, сохраняя хорошую контрастность изображения. Если используется дополнительный датчик, реагирующий на среднюю освещенность, то срабатывание системы в значительной степени определяется соотношением площадей темных и светлых участков кинокадра, вследствие чего контрастный кадр с большой площадью светлых участков воспроизводится при уменьшенной чувствительности телевизионного канала, что приводит к снижению контрастности, а кадр с большой площадью темных участков передается при завышенном усилении канала, следствием чего может явиться чрезмерная контрастность и даже заплывание изображения в светлых участках кадра.

При конструировании систем авторегулирования можно исходить, естественно, не из максимального, а из наиболее часто встречающегося изменения прозрачности. В работе [12], например, указывается, что удовлетворительные результаты могут быть получены, если в системе авторегулирования обеспечить компенсацию десятикратных изменений прозрачности. Однако если компенсация изменений прозрачности в сотни раз избыточна, то компенсация изменений прозрачности всего в десять раз все же не может считаться достаточной. Действительно, по приведенным в работах [11, 13] данным, очень часто встречаются изменения плотности от 0,10 до 1,52 (т. е. изменения прозрачности почти в двадцать семь раз). Близки к приведенным значениям и данные МТЦ. Согласно проведенным на МТЦ экспериментам, часто встречаются изменения

прозрачности в двадцать пять — тридцать раз. В связи с этим было установлено, что пределы регулирования в проектируемой системе должны быть не меньше тридцати раз.

Анализ методов авторегулирования показал, что для выполнения указанных выше задач необходимо выбрать один из следующих методов:

- 1) изменение величины светового потока источника света, в качестве которого применена импульсная безынерционная лампа (чтобы избежать инерционности регулирования и обеспечить постоянную спектральную характеристику при регулировке интенсивности излучаемого света в нужных пределах);

- 2) изменение режима работы видикона.

При применении первого из этих методов в качестве источника света можно использовать импульсные газоразрядные лампы. К сожалению, в настоящее время такие лампы разрабатываются в основном для использования в киноустановках, предназначенных для больших кинотеатров, и требуют громоздких устройств для питания и управления, что не позволяет использовать их в телекиносистемах.

Заслуживает внимания импульсная люминесцентная трубка [6]. Интенсивность света таких трубок можно сравнительно просто регулировать, изменяя амплитуду или длительность импульсов, подаваемых на сетку для управления расфокусированным потоком электронов, падающих на люминесцентный экран. Эксперименты, проведенные на Московском телецентре с двумя лабораторными образцами таких трубок, установленных в качестве источника света в кинопроекторе типовой телекинопроекционной, показали, что освещенность фотослоя видикона была совершенно недостаточной для нормальной работы трубки. Возможно, в простой системе телекино без оптического коммутатора, в котором велики потери света, такие трубки еще удалось бы использовать. Однако в связи с тем, что наша промышленность таких систем не выпускает, работа в этом направлении не проводилась.

Изменение режима работы видикона может быть реализовано изменением напряжения на сигнальной пластине (наиболее распространенный в настоящее время метод [2, 10]) или на катоде.

Блок-схема системы с автоматическим из-

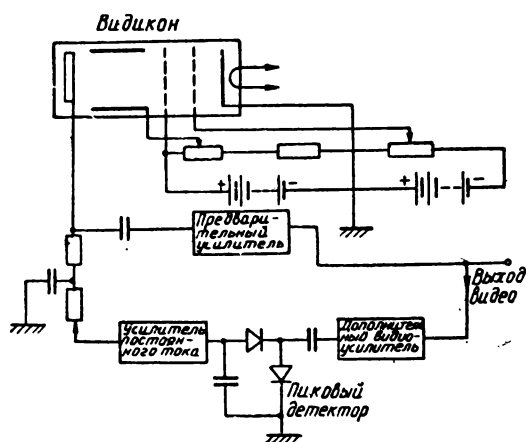


Рис. 1. Блок-схема системы автоматической регулировки уровня видеосигнала при подаче регулирующего напряжения на сигнальную пластину видеокон

менением напряжения на сигнальной пластине видеокон представлена на рис. 1. В этом случае корректирующее напряжение на сигнальной пластине можно рассматривать как низкочастотный видеосигнал, который подается на вход предварительного усилителя камеры. Наличие этого дополнительного изменения напряжения на сигнальной пластине может привести к искажению видеосигнала и к колебаниям (благодаря положительной обратной связи) в системе авторегулирования. Чтобы уменьшить влияние этих недостатков, приходится, во-первых, ограничивать величину усиления цепи обратной связи, а следовательно, и пределы регулирования, которые в этих системах обычно составляют (в лучшем случае) 10 к 1, и, во-вторых, выбирать сравнительно большую постоянную времени регулирующей цепи (не менее 0,2 сек), что приводит к снижению быстродействия системы. Снижение быстродействия системы особенно неприятно на границе перехода от наиболее плотного к наиболее светлому участку фильмокопии, когда рабочая точка на световой характеристике видеокон настолько сдвигается в область насыщения, что вся информация ярких мест полностью «вымывается». Это нежелательное явление может быть устранено только при малой постоянной времени системы.

Для устранения перечисленных недостатков целесообразно развязать цепь прохож-

дения видеосигнала от цепи подачи регулирующего напряжения, что может быть осуществлено введением напряжения авторегулирования не на сигнальную пластину, а в цепь катода видеокон [11]. Блок-схема такой системы показана на рис. 2. В этом случае напряжение на сигнальной пластине остается постоянным, а на катоде изменяется в соответствии с требованием сохранения постоянного выходного сигнала. Очевидно, что в данном случае электроды видеокон должны питаться от стабилизированного источника питания, изолированного от «земли» и соединенного с катодом.

В описываемой системе выбран способ подачи регулирующего напряжения на катод видеокон, причем основной недостаток этого метода — наличие отдельного источника питания — устраняется введением кремниевых стабилитронов, поддерживающих потенциал управляющего электрода неизменным (обычно соизмеримый с напряжением авторегулирования) относительно катода. В принципе необходимо также обеспечивать постоянство потенциала анода видеокон по отношению к катоду, что требует применения некоторого количества стабилитронов. Но так как изменение потенциала катода не превышает 10 в (что по отношению к напряжению анода видеокон 300 в составляет 3,3%), можно допустить такое изменение разности потенциалов между анодом и катодом. При этом практически не наблюдается потери четкости изображения.

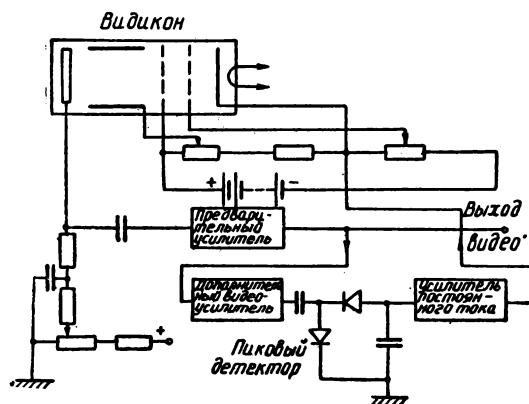


Рис. 2. Блок-схема системы автоматической регулировки уровня видеосигнала при подаче регулирующего напряжения на катод видеокон





на катод видикона. Сопротивление  $R_{15}$  в цепи эмиттера уменьшает нестабильность и увеличивает входное сопротивление данного каскада, чем обеспечивается лучшее его согласование с предыдущим. Потенциометр  $R_{13}$  позволяет плавно изменять коэффициент усиления усилителя постоянного тока, чем достигается необходимый режим работы авторегулятора.

Блок стабилизации тока луча состоит из цепочки кремниевых стабилизаторов (диоды  $D_5 - D_{12}$ ) типа Д813, с нагрузки которой можно снимать на управляющий электрод относительно катода стабилизированное напряжение в пределах от 0 до 100 в.

Так как при увеличении размаха видеосигнала на выходе предварительного усилителя потенциал катода видикона должен становиться более положительным (или менее отрицательным), нагрузка пикового детектора подключена не к «минусу», как обычно, а к «плюсу» источника питания; при этом усилитель постоянного тока выполнен на  $p-n-p$  транзисторах. Такое включение нагрузки детектора и выбор транзисторов  $p-n-p$  обусловлены тем, что для обеспечения авторегулирования на катод видикона должен подаваться положительный (относительно «земли») потенциал, пропорциональный размаху исходного видеосигнала. Основное же усиление по напряжению в усилителе постоянного тока осуществляется в последнем каскаде, причем транзистор  $p-n-p$  обеспечивает именно положительное относительно «земли» напряжение авторегулирования. Принципиально можно добиться того же результата и на транзисторах  $n-p-n$ , однако в этом случае на катод подавалось бы отрицательное напряжение, которое должно находиться в обратной зависимости от размаха видеосигнала на выходе предварительного усилителя камеры. Для осуществления этого необходимо было бы ввести в усилитель постоянного тока дополнительный каскад, выходное напряжение которого находилось бы в обратной зависимости от входного. Таким образом, выбранное сочетание транзисторов  $n-p-n$  в видеоусилителе и  $p-n-p$  в усилителе постоянного тока является оптимальным.

Устройство автоматической регулировки уровня видеосигнала позволяет осуществлять ручную регулировку потенциала сигнальной пластины видикона, обеспечивая

более оптимальный режим для данного канала, а также переход с автоматической работы на ручную. В последнем случае переключатель  $\Pi$  переводится в положение «обход», и на катод видикона с делителя  $R_{16}$ ,  $R_{17}$  подается постоянный положительный потенциал, чем обеспечивается такой же режим передающей трубки, как и в положении «автомат» для фильмокопии нормальной прозрачности.

Питание транзисторной схемы осуществляется постоянным стабилизированным напряжением +24 в, снимаемым с двух кремниевых стабилитронов  $D_3 - D_4$  типа Д813, к которым через гасящее сопротивление  $R_{18}$  подводится напряжение +150 в, питающее камеру. Потребление тока от источника +150 в не превышает 40 ма.

Конструктивно авторегулятор уровня видеосигнала выполняется на двух печатных платах; видеоусилитель, пиковый детектор и усилитель постоянного тока размещаются в блоке гасящих импульсов камеры (рис. 4), причем сопротивление  $R_{18}$ , имеющее рассеиваемую мощность не менее 3,2 вт, выносятся с печатной платы и крепится непосредственно к шасси блока. Стабилизатор тока луча, собранный на отдельной плате, целесообразно разместить вблизи панели, на которой в камере установлен регулировочный потенциометр «ток луча». Применение полупроводниковых приборов и печатного монтажа позволяет уменьшить габариты устройства авторегулирования и повысить надежность его работы.

Чтобы не вносить в видеотракт искажений (из-за отражений в соединительном кабеле), а также избежать попадания на вход системы авторегулирования компенсирующего сигнала, который в камерных каналах чаще всего подается на вход промежуточного (а следовательно, и на выход предварительного) усилителя, необходимо между системой авторегулирования и предварительным усилителем установить раздели-

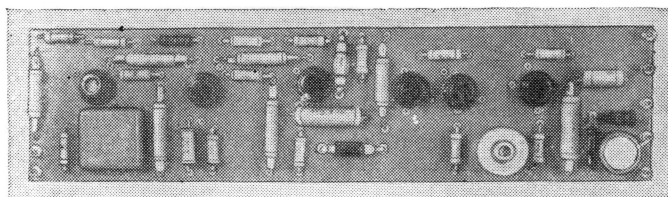


Рис. 4. Общий вид платы авторегулятора

тельный каскад. Так как этот каскад целесообразнее устанавливать в самом предварительном усилителе, его лучше выполнить не на транзисторе, а на лампе. В системе МТЦ разделительный каскад (катодный повторитель) выполнен на сверхминиатюрной лампе 6Ж2Б. После намечаемой модернизации предварительного усилителя на его выходе будет установлен двойной триод, одна из половин которого выполняет функции обычного выходного каскада, а другая — разделительного.

### Параметры пикового детектора

Одним из основных элементов, определяющих устойчивость и быстродействие системы авторегулирования уровня видеосигнала, является пиковый детектор. Обычно параметры пикового детектора выбираются из условия получения минимальной величины пульсаций. В системах авторегулирования, которые должны реагировать на информацию за время одного кадра, необходима значительно большая постоянная времени цепи нагрузки, чем обычно; при этом значительно уменьшается величина пульсаций. Так как параметр, ранее считавшийся основным, уже не является определяющим, целесообразно остановиться более подробно на расчете элементов цепи нагрузки пикового детектора.

На вход пикового детектора (рис. 5) поступают импульсы  $U_0$ , амплитуда которых промодулирована в соответствии с размахом видеосигнала на выходе камеры. При анализе удобно рассматривать процесс во время прохождения строчных гасящих импульсов  $nT \leq t \leq (n + \gamma)T$  и во время между импульсами  $(n + \gamma)T \leq t \leq (n + 1)T$ . Здесь  $t$  — текущее время;  $\gamma$  — длительность строчного гасящего импульса относительно периода частоты строк  $T$ ;  $n$  — порядковый номер импульсов. Эквивалентные схемы, со-

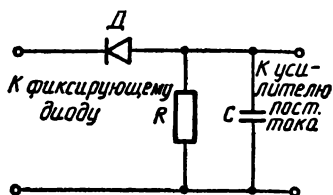
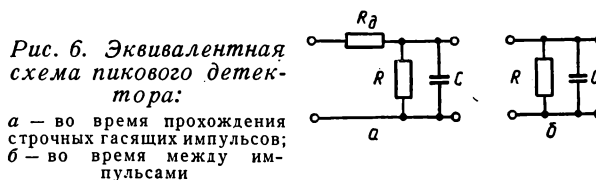


Рис. 5. Схема пикового детектора

Рис. 6. Эквивалентная схема пикового детектора:



ответствующие указанным интервалам времени, представлены на рис. 6, а и 6, б соответственно. Для этих схем справедливы дифференциальные уравнения:

$$\frac{dU_c}{dt} + U_c \frac{R + R_d}{RR_d C} = \frac{U_0}{R_d C}, \quad (1a)$$

$$nT \leq t \leq (n + \gamma)T$$

$$RC \frac{dU_c}{dt} + U_c = 0, \quad (1б)$$

$$(n + \gamma)T \leq t \leq (n + 1)T$$

где  $R_d$  — сопротивление диода в прямом направлении.

Введя для удобства  $\beta_3$  и  $\beta_p$ , являющиеся величинами, обратными относительным постоянным времени зарядной (для  $nT \leq t \leq (n + \gamma)T$ ) и разрядной (для  $(n + \gamma)T \leq t \leq (n + 1)T$ ) цепей, равные

$$\beta_3 = \frac{T}{\tau_3} = \frac{T(R + R_d)}{RR_d C}, \quad (2a)$$

$$\beta_p = \frac{T}{\tau_p} = \frac{T}{RC}, \quad (2б)$$

а также обозначая

$$K = \frac{R}{R + R_d}, \quad (3)$$

находим решение уравнений (1a) и (1б):

$$U_c(\bar{t}) = KU_0 + [U_c(n) - KU_0]e^{-\beta_3(\bar{t}-n)}, \quad (4a)$$

$$n \leq \bar{t} \leq (n + \gamma)$$

$$U_c(\bar{t}) = \{KU_0 + [U_c(n) - KU_0]e^{-\beta_3\bar{t}}\}e^{-\beta_p(\bar{t}-n-\gamma)}, \quad (4б)$$

$$(n + \gamma) \leq \bar{t} \leq (n + 1),$$

где  $\bar{t}$  является относительным текущим временем

$$\bar{t} = \frac{t}{T}. \quad (5)$$

Для определения  $U_c(n)$  положим в (4б)  $\bar{t} = n + 1$  и введем [8] обозначение решетчатой функции  $U_c[n] = U_c(n)$ ; тогда:

$$U_c[n + 1] = KU_0(1 - e^{-\beta_3})e^{-\beta_p(1-\gamma)} + U_c[n]e^{-\beta_p}, \quad (6)$$

где

$$\beta_3 = \beta_3\gamma + \beta_p(1 - \gamma). \quad (7)$$

Как видно из сопоставления (2а) и (2б),  $\beta_p \ll \beta_3$ , что применительно к (7) дает

$$\beta_3 \approx \beta_3 \gamma. \quad (8)$$

Так как система авторегулирования должна оказывать регулирующее воздействие при получении полной информации за время одного кадра, постоянная времени переходного процесса должна быть больше времени одного кадра  $T_k$ :

$$\frac{T}{\beta_3} > T_k. \quad (9)$$

Подстановка (2а) и (8) в (9) дает выражение для емкости нагрузочной цепи пикового детектора при выбранном значении  $R$ :

$$C > \frac{\gamma T_k (R + R_d)}{R R_d}. \quad (10)$$

### Устойчивость, быстродействие и точность системы авторегулирования

Для надежной работы в условиях эксплуатации система авторегулирования должна обладать высокой устойчивостью (которая характеризуется работой без склонности к автоколебаниям), быстродействием (которое определяется постоянной времени переходного процесса в системе) и точностью (которая характеризуется статической ошибкой системы).

Чтобы рассчитать устойчивость данной замкнутой системы авторегулирования, исходя из критерия Найквиста [8], будем считать, что видеокон совместно с предварительным усилителем камеры является одним элементом (рис. 7), коэффициент передачи которого  $K_1$  (отношение размаха видеосигнала на выходе камеры  $U_1$  к освещенности видеокон  $E$ ) является нелинейной функцией напряжения  $U_{kc}$  между катодом и сигнальной пластиной передающей трубки:  $K_1 = \frac{U_1}{E} = f(U_{kc})$ . Для исследования устойчивости системы надо найти ее линеаризованную регулировочную характеристику, т. е.

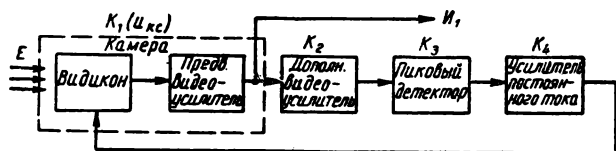


Рис. 7. Блок-схема замкнутого тракта авторегулирования

составить уравнения для бесконечно малых приращений относительно выбранной рабочей точки. Очевидно, что изменение напряжения на выходе камеры  $\delta U_1$  зависит от изменений освещенности фотослойа видеокон и напряжения между катодом и сигнальной пластиной:

$$\delta U_1 = K_y \delta U_{kc} + K_c \delta E, \quad (11)$$

где  $K_y$  и  $K_c$  — коэффициенты передачи камерного тракта по управляющему воздействию и по входному сигналу соответственно.

Вводя обозначения передаточных коэффициентов элементов системы в соответствии с рис. 7, можно найти коэффициент передачи по управляющему воздействию для разомкнутой системы:

$$K_{раз}(p) = K_y K_2 K_3(p) K_4, \quad (12)$$

где  $K_2$  — усиление видеоусилителя авторегулятора;  $K_3(p)$  — коэффициент передачи пикового детектора;  $K_4$  — коэффициент усиления усилителя постоянного тока.

Здесь принято, что усилители системы не вносят ни частотных, ни фазовых искажений, что вполне справедливо при достаточно широкой полосе пропускания. Так как процесс заряда пикового детектора при подаче на его вход последовательности импульсов описывается решетчатой функцией, для нахождения частотного выражения коэффициента передачи разомкнутой системы необходимо получить изображение по Лапласу передаточной характеристики детектора, а также оригинал, соответствующий изображению. Подробный анализ, выходящий за пределы настоящей статьи, показывает, что изображение нормированной передаточной характеристики детектора (отношение изображений текущего и установившегося напряжений) равно

$$\bar{K}_3^*(q) = \frac{1 - e^{-\beta_3}}{e^q - e^{-\beta_3}},$$

а коэффициент передачи в установившемся режиме (отношение установившегося напряжения к амплитуде входных импульсов  $U_0$ ) составляет

$$K_{03} = \frac{K(1 - e^{-\beta_3 \tau}) e^{-\beta_p(1-\tau)}}{1 - e^{-\beta_3}}.$$

Очевидно, что полный коэффициент передачи детектора  $K_3^*(q)$  определится произведением  $K_3^*(q) = \bar{K}_3^*(q) K_{03}$ . Оригинал

нормированного коэффициента передачи составляет:

$$\bar{K}_3[n] = 1 - e^{-\beta_3 n}. \quad (13)$$

Полная передаточная функция разомкнутой системы

$$K_{\text{раз}}^*(q) = K_y K_2 K_{03} K_4 \frac{1 - e^{-\beta_3}}{e^q - e^{-\beta_3}}. \quad (14)$$

Полагая в (14)  $q = j\bar{\omega}$ , где  $\bar{\omega} = \frac{\omega}{T}$  — нормированная частота, и применяя критерий Найквиста аналогично указанному в [8], можно получить условие устойчивости системы:

$$|K_y| K_2 K_{03} K_4 < \frac{1}{th \frac{\beta_3}{2}}. \quad (15)$$

Для системы, описываемой в настоящей работе, условие устойчивости выполняется с большим запасом.

Полная постоянная времени  $\theta$  схемы состоит из двух постоянных времени:  $\theta_1 = \frac{T}{\beta_3}$  и  $\theta_2 = R_{16} C_{10}$ , где  $\theta_1$  — постоянная времени нагрузочной цепи пикового детектора, а  $\theta_2$  — постоянная времени цепочки  $R_{16}, C_{10}$ , предназначенной для предохранения цепи катода видикона от наводок и пульсации. На основании равенств (13), (7) и (2) можно найти, что при параметрах схемы рис. 3  $\theta_1 = 46,2 \cdot 10^{-3}$  (сек). Считая, что высокое входное сопротивление усилителя постоянного тока развязывает эти две цепочки и устраняет их взаимное влияние, можно найти полную постоянную времени системы [9]:

$$\theta = \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2} = 46,25 \cdot 10^{-3} \text{ (сек)}.$$

Столь малая постоянная времени должна обеспечить практически мгновенное срабатывание системы.

Определяя коэффициент регулирования  $\psi(q)$  системы как отношение изображений изменений выходного напряжения камеры при авторегулировании и без авторегулирования, можно получить выражение для коэффициента регулирования:

$$\psi(q) = \frac{1}{1 - K_{\text{раз}}^*(q)}. \quad (16)$$

Принимая во внимание, что тракт авторегулирования по сути дела является отрицательной обратной связью, и полагая в установившемся режиме  $q = 0$ , из (16) и (14) находим величину статической ошибки системы:

$$\begin{aligned} \psi(0) &= \frac{1}{1 + |K_y| K_2 K_{03} K_4} = \\ &= \frac{1}{1 + 3,26} = 22,4\%. \end{aligned} \quad (17)$$

Как показывают проведенные эксперименты, можно получить хорошую точность регулирования при статической ошибке до 30%.

### Экспериментальная часть

Полученная экспериментальным путем зависимость размаха видеосигнала на выходе камеры КТ-19 от освещенности фотослоя видикона при различных потенциалах сигнальной пластины приведена на рис. 8. Пунктиром нанесены кривые, соответствующие работе канала без авторегулирования, сплошными линиями — при авторегулировании. Так как при авторегулировании потенциал катода относительно «земли» изменяется, измерялась величина  $U_{\text{сп}}$  (напряжение между сигнальной пластиной и «землей»), а без авторегулирования — величина  $U_{\text{кс}}$  (напряжение между катодом и сигнальной пластиной).

Эксперименты показали, что система обеспечивает хорошие пределы регулирования. Например, сопоставление кривых при  $U_{\text{сп}} = 12 \text{ в}$  (с авторегулированием) и при  $U_{\text{кс}} = 4,5 \text{ в}$  (без авторегулирования) при изменении освещенности от 90 до 2,6 лк (в 35 раз) дает величину статической погрешности 23,8%, что хорошо согласуется с приведен-

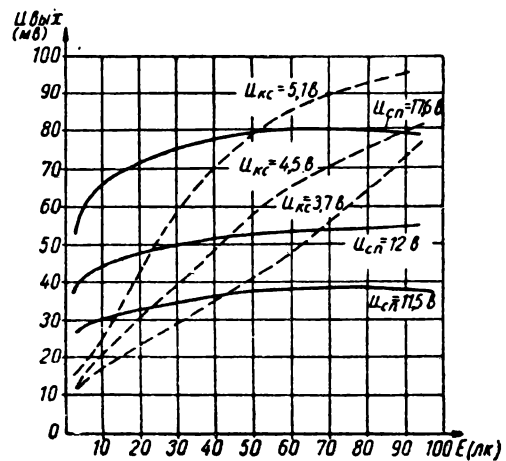


Рис. 8. Сравнительные характеристики изменения видеосигнала на выходе видиконной камеры КТ-19 без авторегулирования (пунктир) и с авторегулированием (сплошная линия)

ным ранее теоретическим анализом. Измерения были ограничены максимально возможной освещенностью фотослоя видикона 90 лк, которая была получена при использовании телекинопроекционной. Ход кривых на рис. 8 позволяет предположить, что фактически пределы регулирования системы больше указанных.

Опытная эксплуатация системы авторегулирования в одной из аппаратных МТЦ показала, что она удобна в обслуживании, имеет высокие пределы авторегулирования, хорошее быстродействие, высокую устойчивость и обеспечивает возможность мгновенного перехода с автоматической работы на ручную и обратно. Сравнительно простое схемное и конструктивное решение, а также отсутствие дополнительного «незаявленного» источника питания управляющего электрода обеспечивают возможность применения такой системы в аппаратных телевизионных центрах.

В работах по монтажу и испытаниям описанного устройства принимали участие В. С. Шувалов, В. В. Шелков, Ю. С. Бухман.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брауде Г. В., Буй В. Н., Барсуков С. С., Телекинопередача на супериконоскопе, Техника кино и телевидения, 1962, № 5.

2. Гамбург Р. А., Схема автоматического регулирования режима видикона для телекинопроекционной аппаратуры, Вопросы радиоэлектроники, серия IX, вып. 1, 1959.

3. Левин А. Л., Автоматическая регулировка света в телекинопроекции, Техника кино и телевидения, 1959, № 8.

4. Эфендиев Ч., Об автоматическом регулировании освещенности при телекинопроекции, Техника кино и телевидения, 1961, № 10.

5. Назаренко В. Е., Авторегулировка света в телекинопроекции с использованием тока фотокатода, Техника кино и телевидения, 1960, № 1.

6. Вережкин Н. С., Осветительная импульсная люминесцентная трубка, Труды научно-технической конференции ЛЭИС, вып. 1, 1959.

7. Агаханян Т. М., Видеоусилители на полупроводниковых триодах, Полупроводниковая электроника, 1959.

8. Цыпкин Я. З., Теория импульсных систем, Физматгиз, 1958.

9. Ицхоки Я. С., Импульсные устройства, «Советское радио», 1959.

10. Шейфис И. И., Оборудование аппаратных телевизионных центров, Техника кино и телевидения, 1961, № 12.

11. Bendell S., Sadashige K., Automatic Sensitivity Control for Monochrome Film Cameras, Broadcast News, 1960, № 107.

12. Diehl M., Hoffman W., Shepard W., Automatic Gain Control in TV Automation, IRE Transactions on Broadcast Transmission, 1957, № 8.

13. Murch L. J., Wright H., Ross R. J., An Engineering Approach to Television Film, JSMPT, 1959, № 11.

Московский телевизионный центр

# СОВМЕСТИМЫЕ СИСТЕМЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ СО СБАЛАНСИРОВАННЫМ СИГНАЛОМ

621. 397. 132

Рассматриваются возможности создания систем цветного телевидения с несимметричным, но сбалансированным сигналом цветовой поднесущей, наличие которого позволяет упростить приемники с однолучевыми приемными трубками. Баланс сигнала достигается за счет выбора основных цветов приемника. Рассмотрена также возможность баланса при ортогональности осей двух цветоразностных сигналов.

## Введение

Как известно, в совместимой системе ЦТ с квадратурной модуляцией цветовой поднесущей приемники с однолучевыми трехцветными трубками могут быть значительно упрощены при наличии симметричного цветного сигнала. В этом случае полный цветовой сигнал без демодуляции может быть подан непосредственно на управляющий электрод приемной трубки. Как показано в [1], требование получения симметричного сигнала вполне определяет взаимосвязь цветовых систем приемника и передачи. При сохранении «принципа постоянной яркости» симметричность цветového сигнала может быть обеспечена при довольно значительном сокращении площади цветového треугольника системы приемника, т. е. числа воспроизводимых цветностей.

Однако для того, чтобы в поочередных воспроизводящих устройствах полный цветовой сигнал мог быть непосредственно использован, он не обязательно должен быть симметричным. Симметричность полного цветového сигнала включает в себя три условия [1]: равноугольность сигнала цветовой поднесущей, баланс сигнала цветовой поднесущей и баланс полного цветového сигнала. Существенным является баланс сигнала цветовой поднесущей, т. е. единичное соотношение трех цветоразностных составляющих поднесущей  $C-M$  между собой. Это необходимое условие, обеспечивающее выделение трех цветových сигналов  $C$  при дроблении полного сигнала в соответствующие моменты времени, является также и достаточным, так как отсутствие остальных условий симметричности может быть учтено заранее в конструкции однолучевой приемной трубки и приемника без какого-либо усложнения обработки полного сигнала в приемнике.

Неравноугольность сигнала цветовой поднесущей может быть скомпенсирована не-

равномерным расположением люминофорных полос на экране трубки. Баланс полного цветového сигнала может быть достигнут в приемнике за счет соответствующего изменения усиления в области частот, занимаемой сигналом поднесущей [2].

В данной работе рассмотрены возможности получения несимметричного сбалансированного сигнала за счет выбора цветовой системы приемника. При этом выборе учитывается также удобство использования цветového сигнала в приемниках с обычными трехлучевыми трубками.

## Геометрические условия баланса

Для обеспечения баланса сигнала цветовой поднесущей одна из «окружностей»<sup>1</sup> приведенной поднесущей должна быть вписана в цветовой треугольник системы приемника  $C$  [1]. При этом центр «окружности» точка ( $M$ ), совпадающая с исходной цветностью системы приемника ( $I_c$ ), является полюсом эпилона плоскости приведенной поднесущей ( $m$ ) относительно этой «окружности». Поскольку при выполнении условия баланса три стороны ( $c$ ) цветového треугольника ( $C$ ) касаются одной «окружности», то упомянутое полярное соответствие определяет сразу же еще три касательных. Это будут прямые, проходящие через точки пересечения прямых ( $c$ ) с ( $m$ ) и гармонически разделяющие ( $m$ ) и прямую, проходящую через ( $M$ ).

На рис. 1. показан цветовой треугольник системы приемника НКТС на диаграм-

<sup>1</sup> Геометрическое место точек с постоянным значением приведенной амплитуды поднесущей  $A/M$  будет окружностью лишь на плоскости приведенной поднесущей (и метрических преобразованиях этой плоскости). На произвольной диаграмме цветности это будет кривая второго порядка. Для краткости и для указания на то, что упоминаемые метрические понятия имеют место не везде, а лишь на плоскости приведенной поднесущей, соответствующие слова здесь и далее заключены в кавычки.



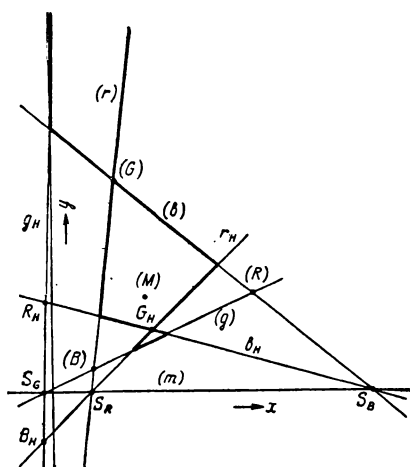


Рис. 1. Цветовой треугольник системы приемника НКТС и гармонически сопряженный с ним треугольник

ме цветности МКО. Также построены прямые  $r_n$ ,  $g_n$  и  $b_n$ , гармонически разделяющие вместе со сторонами  $(r)$ ,  $(g)$  и  $(b)$  соответственно прямую  $(m)$  и прямые через  $(M)$  и  $(m) \times (c) = S_c^1$ . В дальнейшем эти прямые мы будем называть просто гармонически сопряженными со сторонами треугольника  $(C)$ , не указывая каждый раз относительно пересечения прямых  $c_n$ , т. е.  $R_n = g_n \times b_n$ ,  $G_n = b_n \times r_n$  и  $B_n = r_n \times g_n$ , очевидно, гармонически разделяют вместе с соответствующими вершинами  $(C)$  цветового треугольника точку  $(M)$  и точки  $[(C)(M)] \times (m)$  (поскольку эти четверки точек перспективны гармоническим четверкам прямых). Для краткости точки  $S_n$  мы в дальнейшем также будем называть просто гармонически сопряженными с вершинами треугольника  $(C)$ , а весь треугольник  $R_n G_n B_n$  — гармонически сопряженным с треугольником  $(C)$ .

Шесть прямых  $(c)$  и  $c_n$  образуют шестисторонник  $(r)b_n(g)r_n(b)g_n$ . При обходе сторон этого шестисторонника  $(c)c_n$  в указанном порядке мы получаем шестиугольник, показанный на рис. 1 жирной линией. Заметим, что его стороны  $(r)$  и  $g_n$  пересекаются бесконечно удаленной прямой диа-

граммы МКО  $w_\infty$ . Стороны шестисторонника  $(c)c_n$  удовлетворяют условию теоремы Бриансона — прямые, соединяющие противолежащие вершины, пересекаются в одной точке  $(M)$ . Следовательно, этот шестисторонник всегда описан около некоторого конического сечения.

Однако вписать «окружность» в треугольник можно внутренне, т. е. так, что центр «окружности» будет внутри треугольника, и внешне, когда центр будет вне этого треугольника. В нашем случае вписывание должно быть обязательно внутренним на плоскости приведенной поднесущей. Поэтому оно должно быть внутренним и на плоскости  $w$  диаграммы МКО, поскольку эпирон  $(m)$  лежит на этой плоскости вне цветового треугольника, а это определяет сохранение внутренности фигуры при проективном преобразовании плоскости. Для возможности внутреннего вписывания «окружности» в цветовой треугольник  $(C)$  шестиугольник  $(c)c_n$  должен быть выпуклым, т. е. никакая прямая, отличная от его сторон, не должна иметь со сторонами шестиугольника более двух общих точек. А для этого необходимо, чтобы точки  $S_n$ , гармонически сопряженные с вершинами цветового треугольника  $(C)$ , находились вне этого треугольника. Из рис. 1 видно, что в системе НКТС это условие баланса не удовлетворяется, так как точка  $G_n$  находится внутри треугольника  $(C)$ .

Рассмотрение изменений параметров цветовой системы приемника, позволяющих

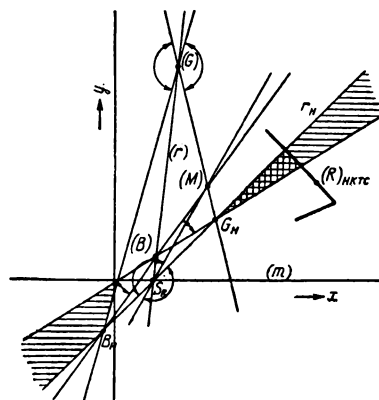


Рис. 2. Определение положений красного основного цвета, допускающих баланс цветовой системы

<sup>1</sup> Знак  $\times$  обозначает пересечение двух прямых или, в общем случае, получение общего элемента. Так  $(m) \times (c)$  — точка пересечения прямых  $(m)$  и  $(c)$ , а  $(M) \times (C)$  — прямая, проходящая через  $(M)$  и  $(C)$ . В последнем случае будем писать также просто  $(M)(C)$ .

сбалансировать сигнал цветовой поднесущей, начнем с вершины ( $R$ ). Соответствующее построение показано на рис. 2. В качестве ( $R$ ) могут быть взяты любые точки, при которых точки  $C_n$  лежат вне треугольника ( $C$ ). С точки зрения  $R_n$  крайним положением ( $R$ ) является  $r_n$ , так как при этом  $R_n$  будет на прямой ( $r$ ). Для того чтобы  $R_n$  была вне ( $C$ ), необходимо, чтобы в четверке прямых с центром в  $S_R$  пара ( $r$ ) и  $r_n$  разделяла пару прямых через ( $R$ ) и ( $M$ ), т. е. прямая через ( $R$ ) должна лежать в пределах угла со сторонами ( $r$ ) и  $r_n$ , не содержащего прямую через точку ( $M$ ).

Требуемое расположение  $G_n$ , которая неподвижна, можно обеспечить за счет ( $R$ ) при сдвиге ( $g$ ). Ясно, что ( $R$ ) должна лежать на прямой пучка с центром в ( $B$ ) так, чтобы точка пересечения ( $g$ ) с прямой ( $G$ )( $M$ ) находилась на отрезке ( $M$ )  $G_n$ , не содержащем точки ( $G$ ).  $B_n$  также неподвижна, и крайнее возможное положение стороны ( $b$ ) — ( $G$ )  $B_n$ . Аналогично предыдущему ( $R$ ) может лежать на прямой пучка с центром в ( $G$ ) так, чтобы точка ( $b$ )  $\times$  ( $B$ )( $M$ ) находилась на отрезке ( $M$ )  $B_n$ , не содержащем ( $B$ ). Таким образом, эти прямые могут находиться в пределах углов, указанных на рис. 2 стрелками.

Геометрическое место точек, удовлетворяющих всем этим трем условиям, представляет собой заштрихованный на рис. 2 треугольник, ограниченный прямыми  $g_n$ , ( $B$ )  $G_n$  и ( $G$ )  $B_n$ . Этот треугольник пересекается прямой  $w_\infty$ . Возможное положение точек цветности физически реализуемых цветов ограничено участком линии спектральных цветов и отмечено двойной штриховкой. Для сравнения на рис. 2 и в дальнейшем показывается соответствующий элемент системы НКТС.

При расположении ( $R$ ) в вершинах  $G_n$  и  $B_n$  «треугольника баланса» точка ( $M$ ) =  $= I_c$  попадает на сторону треугольника ( $C$ ), что не может иметь места, поэтому эти крайние случаи исключены. При расположении ( $R$ ) в третьей вершине — точке ( $GB$ ) $_n$  — на плоскости приведенной поднесущей ( $R$ ) уходит в бесконечность. Стороны ( $g$ ) и ( $b$ ) тогда параллельны, и  $g_n$  совпадает с ( $b$ ), а  $b_n$  — с ( $g$ ). Этот случай замечателен тем, что ( $g-m$ ) совпадает с ( $b-m$ ), т. е. два цветоразностных сигнала  $G-M$

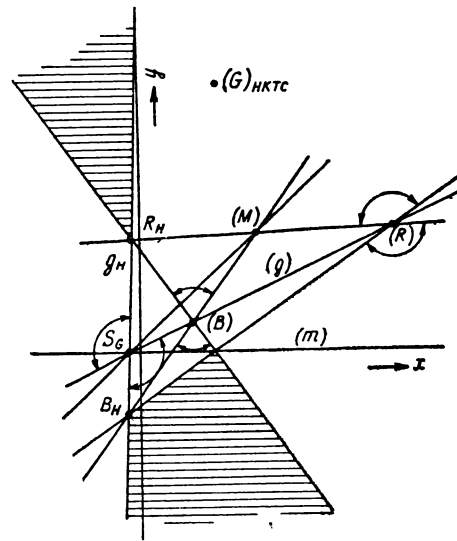


Рис. 3. Определение положений зеленого основного цвета, допускающих баланс цветного сигнала

и  $B-M$  одинаковы и выделяются при демодуляции по одной оси. Правда, такой случай возможен лишь тогда, когда ( $m$ ) проходит через область реальных цветов, ибо основной цвет системы приемника не может лежать на алихне.

На рис. 3 показано геометрическое место возможных положений зеленого основного цвета ( $G$ ). Рассуждения, совершенно аналогичные вышеприведенным, показывают, что ( $G$ ) может лежать в пределах заштрихованного на рис. 3 треугольника, ограниченного прямыми  $g_n$ , ( $R$ )  $B_n$  и ( $B$ )  $R_n$ . Зона возможных положений ( $G$ ) лежит целиком вне области реальных цветов.

Геометрическое место возможных положений синего основного цвета ( $B$ ) показано на рис. 4. ( $B$ ) может лежать в пределах заштрихованного треугольника, ограниченного прямыми  $b_n$ , ( $R$ )  $G_n$  и ( $G$ )  $R_n$ . Часть этой зоны, находящаяся в области реальных цветов, отмечена двойной штриховкой.

Рассмотрим возможные положения исходной цветности  $I_c = (M)$ . Крайним возможным случаем расположения точек  $C_n$  является их положение на сторонах ( $c$ ). Эти случаи будут иметь место, очевидно, тогда, когда  $I_c$  будет лежать на прямых, гармонически сопряженных вместе с ( $m$ ) относительно сторон ( $c$ ) и прямых, проходящих через ( $C$ ), т. е. прямых ( $C$ )  $S_c$ .

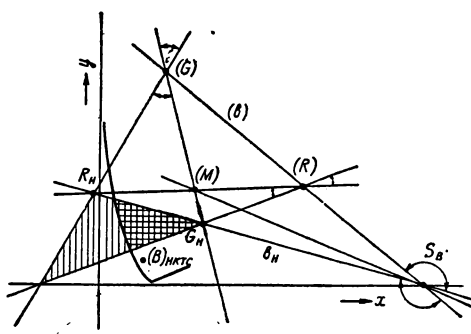


Рис. 4. Определение положений синего основного цвета, допускающих баланс цветного сигнала

Условие баланса будет выполняться тогда, когда последние прямые будут лежать в пределах углов, образованных прямыми через  $(M)$  и  $(C)$  и не содержащих прямых  $(c)$ . Три прямые, гармонически сопряженные с  $(m)$  относительно сторон  $(c)$  и прямых  $(C)$   $S_c$ , образуют треугольник, вписанный в цветовой треугольник  $(C)$ , как показано на рис. 5.  $I_c$  должна лежать внутри этого заштрихованного на рис. 5 треугольника.

На рис. 5 нанесена также линия цветностей излучения абсолютно черного тела и цветности стандартных источников МКО. Видно, что в пределах треугольника баланса находятся лишь точки с цветовой температурой около  $2400^\circ \text{K}$ , соответствующие слишком желтому цвету. Таким образом, за счет изменения исходной цветности достижение баланса в вещательной системе нецелесообразно.

Рассмотрение влияния сдвига основных цветов системы приемника в отдельности

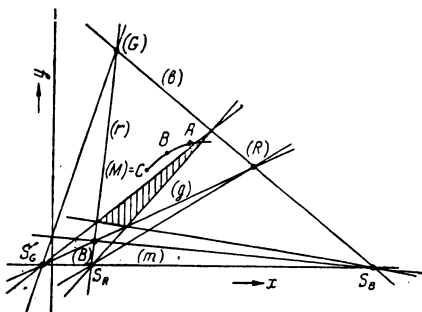


Рис. 5. Определение положений исходной цветности системы приемника, допускающих баланс цветного сигнала

показывает, что баланс цветного сигнала может быть достигнут при сдвиге красного или синего цветов или их обоих вместе. При этом площадь цветного треугольника  $(C)$ , т. е. число воспроизводимых цветностей, уменьшается. Это уменьшение, однако, может быть частично скомпенсировано при сдвиге зеленого основного цвета. Из рис. 2 и 4 легко видеть, что сдвиг  $(G)$  вверх в пределах угла, образованного сторонами  $(r)$  и  $(b)$ , сдвигает точку  $G_n$ , а следовательно границы зон для  $(R)$  и  $(B)$ , вниз. Цветовой треугольник  $(C)$  при этом расширяется.

Для примера подберем основные цвета системы приемника, удовлетворяющие условию баланса, при использовании известных из литературы люминофоров [3]. Для зеленого желательно взять более насыщенный цвет, чем в НКТС; возьмем алюминат цинка, активированный марганцем  $(\text{ZnAl}_2\text{O}_4 - 0,01 \text{ Мп})$ . Его координаты:  $x_G = 0,11$ ;  $y_G = 0,75$ . Тогда баланс может быть получен при использовании для красного цвета люминофора  $(\text{Zn, Mg})_3(\text{PO}_4)_2 - 0,03 \text{ Мп}$ , с координатами  $x_R = 0,655$ ;  $y_R = 0,345$ , а для синего —  $\text{ZnS} - \text{Cl}$  (сфалерит) с координатами  $x_B = 0,14$ ;  $y_B = 0,11$ . Исходной цветностью остается цветность стандартного источника  $S$ . При выбранных основных цветах системы приемника углы демодуляции сигнала цветовой поднесущей для выделения сигналов  $R - M$ ,  $G - M$  и  $B - M$  равны  $0$ ,  $162$  и  $-65^\circ$  соответственно.

#### Баланс при ортогональности осей двух цветоразностных сигналов

Как было показано, условие баланса определяет взаимосвязь цветовых систем приемника и передачи неоднозначно. Относительную свободу выбора элементов цветовой системы приемника можно использовать для получения от состава сигнала цветовой поднесущей дополнительных преимуществ. Целесообразно наряду с балансом цветного сигнала обеспечить ортогональность осей демодуляции двух цветоразностных сигналов.

На плоскости приведенной поднесущей ось сигнала  $C - M$  перпендикулярна к прямой  $(c - m)$  и, следовательно, ко всем прямым пучка с центром в  $S_c$ , так как последние параллельны. С другой стороны, пря-

мая, проходящая через центр вписанной окружности и точку касания, перпендикулярна к касательной. Таким образом, ортогональность двух осей  $C_1 - M$  и  $C_2 - M$  будет обеспечена в том случае, когда прямая  $(c_2 - m)$  будет проходить через точки касания «окружности» с прямыми  $(c_1)$  и  $c_{1н}$ , а прямая  $(c_1 - m)$  — через точки касания с прямыми  $(c_2)$  и  $c_{2н}$ . Рассмотрим эту возможность аналитически.

Пусть ортогональны будут оси сигналов  $R - M$  и  $B - M$ , а монохромный сигнал  $M$  равен

$$M = \alpha R + \delta G + \epsilon B. \quad (1)$$

Поскольку

$$\alpha(R - M) + \delta(G - M) + \epsilon(B - M) = 0, \quad (2)$$

третий цветоразностный сигнал  $G - M$  выражается через  $R - M$  и  $B - M$  следующим образом:

$$G - M = -\frac{\alpha}{\delta}(R - M) - \frac{\epsilon}{\delta}(B - M). \quad (3)$$

С другой стороны, при демодуляции по оси  $G - M$  будет выделяться сигнал, соответствующий проекции вектора поднесущей на эту ось на плоскости поднесущей, т. е.

$$n(G - M) = -(R - M) \sin \varphi - (B - M) \cos \varphi, \quad (4)$$

где  $\varphi$  — угол между осями  $G - M$  и  $B - M$  на графике поднесущей  $(R - M) = f(B - M)$ .

Сравнивая выражения (3) и (4), мы видим, что при  $n = 1$  (что обеспечивает баланс сигнала цветовой поднесущей)  $\alpha/\delta = \sin \varphi$  и  $\epsilon/\delta = \cos \varphi$ . Отсюда сразу получаем условие ортогональности осей  $R - M$  и  $B - M$  при балансе цветového сигнала в следующем виде:

$$\alpha^2 + \epsilon^2 = \delta^2. \quad (5)$$

Рассуждая аналогично, мы получим следующее условие баланса при ортогональности осей  $R - M$  и  $G - M$ :

$$\alpha^2 + \delta^2 = \epsilon^2, \quad (6)$$

а при ортогональности осей  $G - M$  и  $B - M$ :

$$\delta^2 + \epsilon^2 = \alpha^2. \quad (7)$$

Выразим теперь коэффициенты  $\alpha$ ,  $\delta$  и  $\epsilon$  через параметры цветовой системы приемника. Для этого воспользуемся косвенным переходом от системы приемника  $C$  к системе передачи  $F$  с основными цветами  $(I)$ ,  $(M)$  и  $(Q)$  [4]. Беря вторую строку

матрицы перехода, получаем уравнение для монохромного сигнала  $M$ :

$$M = \frac{T_{Ис}^w}{T_{ИФ}^w |w_{RGB}| |w_{ИФQ}|} [|w_{ИсGB}| |w_{ИРQ}| |w_{РИсB}| |w_{ИГQ}| |w_{РГИс}| |w_{ИБQ}|] \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где  $T_{Ис}^w$  и  $T_{ИФ}^w$  — суммы цветových координат для исходных цветов систем  $C$  и  $F$  соответственно, а прямые черты обозначают определители из координат цветности  $w$  точек, указанных в индексах при  $w$ . Так как для исходной цветности  $Ис$  по условию  $C = M = 1/3 Y_{Ис}$ , а для исходной цветности  $ИФ$   $F = 1/3 Y_{ИФ}$ , то

$$T_{Ис}^w = \frac{Y_{Ис}}{y_{Ис}} = \frac{1}{y_{Ис}} \text{ и } T_{ИФ}^w = \frac{1}{y_{ИФ}}. \quad (9)$$

Поскольку основные цвета  $(I)$  и  $(Q)$  лежат на алихне  $(m)$ , то

$$|w_{IAQ}| = \begin{vmatrix} x_I y_I & 1 \\ x_A y_A & 1 \\ x_Q y_Q & 1 \end{vmatrix} = y_A (x_I - x_Q). \quad (10)$$

С учетом (9) и (10) в формуле (8) коэффициенты в формуле (1) равны:

$$\alpha = \frac{y_R |w_{ИсGB}|}{y_{Ис} |w_{RGB}|}; \quad \delta = \frac{y_G |w_{РИсB}|}{y_{Ис} |w_{RGB}|}; \quad \epsilon = \frac{y_B |w_{РГИс}|}{y_{Ис} |w_{RGB}|}. \quad (11)$$

Подставляя значения  $\alpha$ ,  $\delta$  и  $\epsilon$  из (11) в (5), (6) и (7), получаем следующие условия баланса при ортогональности осей  $R - M$  и  $B - M$ ,  $R - M$  и  $G - M$ , а также  $G - M$  и  $B - M$  соответственно:

$$y_R^2 |w_{ИсGB}|^2 + y_B^2 |w_{РГИс}|^2 = y_G^2 |w_{РИсB}|^2, \quad (12)$$

$$y_R^2 |w_{ИсGB}|^2 + y_G^2 |w_{РИсB}|^2 = y_B^2 |w_{РГИс}|^2, \quad (13)$$

$$y_G^2 |w_{РИсB}|^2 + y_B^2 |w_{РГИс}|^2 = y_R^2 |w_{ИсGB}|^2. \quad (14)$$

Эти формулы позволяют составить уравнения для определения любого из элементов цветовой системы приемника при заданных остальных элементах. Поскольку определитель представляет собой линейную функцию координат одного из входящих в него элементов, то формулы (12) — (14)

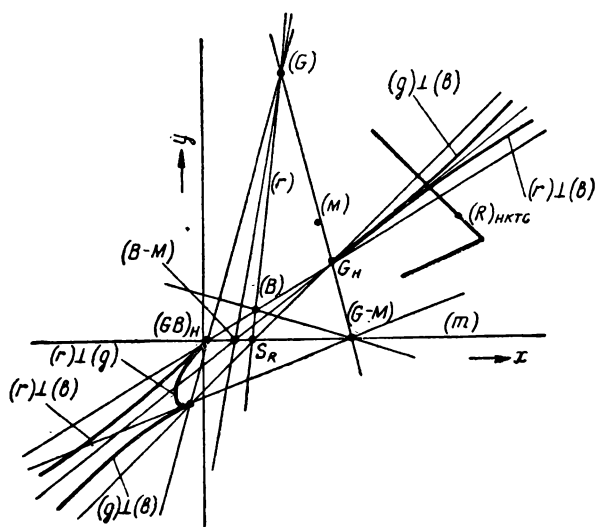


Рис. 6. Геометрические места возможных положений красного основного цвета, допускающих баланс цветового сигнала при ортогональности различных пар цветоразностных осей

дают для геометрических мест точек возможных положений основных цветов системы приемника уравнения второго порядка.

На рис. 6 показаны геометрические места возможных положений вершины  $(R)$ , обеспечивающих баланс цветового сигнала при ортогональности различных пар осей. Вершина  $(R)$  может располагаться на отрезках кривых второго порядка, ограниченных треугольником баланса (рис. 2). Остальные точки каждой кривой второго порядка соответствуют «внешнему» вписыванию. Из

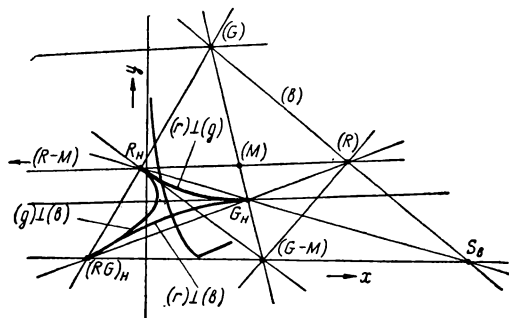


Рис. 7. Геометрические места возможных положений синего основного цвета, допускающих баланс цветового сигнала при ортогональности различных пар цветоразностных осей

рис. 6 видно, что реально осуществимы случаи  $(g) \perp (b)$  и  $(r) \perp (b)$ .

Выбор  $(G)$  рассматривать не будем, так как его изменение не позволяет достичь баланса, а перейдем к основному цвету  $(B)$ . Геометрические места  $(B)$  для удовлетворения совместных условий ортогональности и баланса, показанные на рис. 7, представляют собой три отрезка кривых второго порядка, ограниченных треугольником баланса. Из рис. 7 видно, что реально выполнимы условия  $(r) \perp (b)$  и  $(r) \perp (g)$ .

### Выбор цветовой системы приемника

Из рассмотрения рис. 6 и 7 видно, что при сдвиге как  $(R)$ , так и  $(B)$  наиболее благоприятным с точки зрения площади цветового треугольника  $(C)$  является случай  $(r) \perp (b)$ . Поскольку нет других более веских доводов в пользу выбора ортогональности других пар осей, следует предпочесть этот случай.

В качестве зеленого основного цвета возьмем, как и в прошлом примере, цвет с координатами  $x_G = 0,11$ ;  $y_G = 0,75$ . При выборе  $(R)$  и  $(B)$  следует теперь стремиться обеспечить наибольшее число воспроизводимых цветностей. Кроме этого, учтем важные параметры полного сигнала, а именно помехозащищенность сигнала цветовой поднесущей по отношению к монохромному сигналу и использование полным сигналом изображения амплитудной области.

Относительная помехозащищенность сигнала цветовой поднесущей устанавливается соразмерением сигналов  $A$  и  $M$ , т. е. значением  $A/M$  для вписанной «окружности». Для обеспечения при этом одинакового с системой НКТС использования амплитудной области примем, что максимальные величины превышений полным сигналом амплитудной области сигнала изображения должны составлять 33%. Расчет при этом производится в предположении передачи сигналов основных и дополнительных цветов с такой же амплитудой, как и на белом (так называемый «критерий куба» в пространстве  $RGB$ ). Равные по величине наибольшие превышения имеют место на синем (в отрицательную область) и на желтом (в положительную область). Легко показать, что величина этих превышений зависит только от коэффициента  $\epsilon$  в (1),

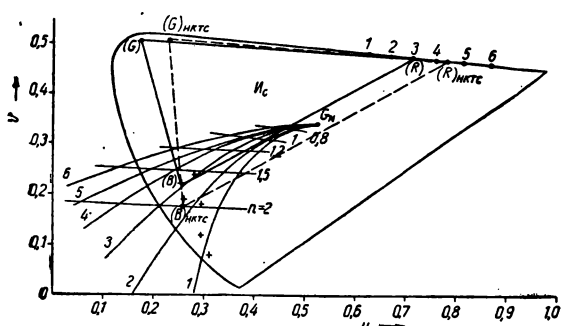


Рис. 8. К выбору цветовой системы приемника для получения сбалансированного сигнала при ортогональности осей  $R-M$  и  $B-M$

и для равенства их 33% при  $B=1$  и  $R=G=0$  сигнал цветовой поднесущей должен быть ослаблен в  $n$  раз, где

$$n = \frac{\sqrt{2\varepsilon^2 - 2\varepsilon + 1}}{\varepsilon + 0,33}. \quad (15)$$

Выбор  $(R)$  и  $(B)$  с учетом упомянутых условий может быть произведен при помощи рис. 8. На этом рисунке на диаграмме РШЦ Джадда построены линии возможных положений  $(B)$  для шести положений  $(R)$ , охватывающих область приемлемого расположения этой точки. Также построены линии  $n = \text{const}$ . Для сравнения на рис. 8 показан цветовой треугольник НКТС и цветности синих люминофоров по [3]. Из рис. 8 видно, что площадь цветового треугольника увеличивается при опускании  $(B)$  вниз, а для улучшения относительной помехозащищенности сигнала цветовой поднесущей  $(B)$  нужно сдвигать вверх. Эти требования противоречивы, следовательно, необходимо искать приемлемый компромисс.

Возьмем, например,  $(B)$  таким же, как и в прошлом примере ( $x_B = 0,14$ ;  $y_B = 0,11$ ). Координаты  $(R)$  оказываются тогда равными  $x_R = 0,638$ ;  $y_R = 0,362$ . По сравнению со случаем только сбалансированной системы пришлось взять, естественно, менее длинноволновый красный основной цвет. Исходная цветность — белое  $C$ . По (11) монохромный сигнал имеет состав:

$$M = 0,4037 R + 0,4346 G + 0,1617 B. \quad (16)$$

Расстояние от точки  $(M)$  до прямой  $(g)$  на диаграмме приведенной поднесущей, которое характеризует точность баланса, равно 0,9994. Требуемое ослабление сигнала цветовой поднесущей относительно

монохромного сигнала на передатчике (и соответственно относительное усиление в приемнике) составляет 1,724. С учетом этого формула перехода от системы приемника к системе передачи имеет вид

$$\begin{bmatrix} I \\ M \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,2341 & -0,2521 & 0,4862 \\ 0,4037 & 0,4346 & 0,1617 \\ 0,3459 & -0,2521 & -0,0938 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}, \quad (17)$$

а обратный переход осуществляется по формуле:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,7241 & 1,0000 & 0,0000 \\ -1,6015 & 1,0000 & -0,6414 \\ 0,0000 & 1,0000 & 1,7241 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ M \\ Q \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Цветовой треугольник  $(C)$  и оси  $C-M$  на диаграмме приведенной поднесущей показаны на рис. 9. Углы между положительными направлениями осей демодуляции составляют 90, 111,8 и 158,2°.

Заметим, что в системе НКТС сигнал  $R-M$  ослабляется в 1,14 раза, а  $B-M$  — в 2,03 раза. Требуемое в выбранном примере ослабление имеет промежуточное значение.

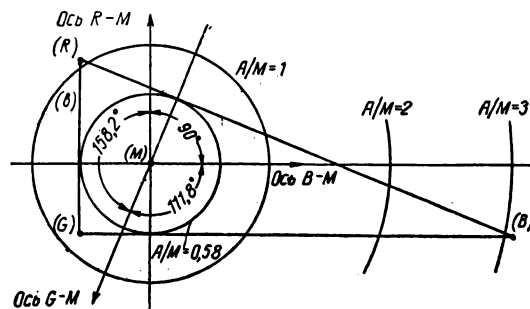


Рис. 9. Цветовой треугольник  $(C)$  сбалансированной системы с ортогональными осями  $R-M$  и  $B-M$  на диаграмме приведенной поднесущей

### Заключение

Во всех разрабатываемых в настоящее время системах цветного телевидения берутся основные цвета приемника НКТС.

В данной работе показано, что при соответствующем выборе основных цветов приемника можно получить лучший состав полного цветового сигнала, чем в системе НКТС. Одним из преимуществ последнего является ортогональность осей демодуляции красного и синего цветоразностных сигналов. За счет выбора основных цветов приемника можно наряду с сохранением упомянутого преимущества сигнала НКТС обеспечить также баланс сигнала цветовой поднесущей. Это позволит упростить приемники с однолучевыми трубками, которые весьма перспективны.

Полученная система, однако, будет позволять воспроизведение меньшего числа цветностей, чем система НКТС, в области пурпурных цветов, что отчасти может быть скомпенсировано увеличением числа воспроизводимых цветностей в области зелено-голубых цветов. Отказ от ортогональности осей, давая большую свободу выбора основных цветов приемника, позволяет несколько увеличить число воспроизводимых цветностей.

В сбалансированной системе, как и в системе НКТС, конечно, может быть использована и разнополосная передача. Этому случаю будет соответствовать поворот осей модуляции на некоторый угол при сохранении вида плоскости приведенной поднесущей.

Следует заметить, что сбалансированный сигнал независимо от выбора стандарта на вещательную систему может быть с успехом использован в различных не вещательных применениях ЦТ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кустарев А. К., Симметричный цветовой сигнал в совместимой системе цветного телевидения, *Техника кино и телевидения*, 1961, № 9.
2. Loughlin B. D., Processing of the NTSC Color Signal for One-Gun Sequential Color Displays, *Proc. IRE*, January 1954, 42, № 1, 299—308.
3. Brill A., Klasens H. A., Phosphors for Tricolor Television Tubes. *Phil. Res. Rep.*, October 1955, 10, № 5, 305—318.
4. Четвертухин Н. Ф., *Проективная геометрия*, М., Учпедгиз, 1953.
5. Кустарев А. К., Цветовые расчеты в цветном телевидении, *Техника кино и телевидения*, 1957, № 11.

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ЯРМАРКА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ И ТЕЛЕВИЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В марте 1963 г. в Лионе (Франция) состоится Международная ярмарка телевизионных программ и телевизионного оборудования.

Ярмарка организована при участии французской компании «Радио-диффузион телевизион».

Для ярмарки специально построено и оборудовано здание. По внутренней телевизионной сети здания из аппаратных, где установлены телекинопроекторы для 35-, 16- и 8-мм фильмов, а также видеоманитофоны, будут передаваться телевизионные программы различных стран.

Инженерно-технические работники телевидения смогут ознакомиться с многочисленными стендами, на которых будут демонстрироваться новейшая телевизионная аппаратура и оборудование, а также принять участие в дискуссии по техническим проблемам телевидения.

На ярмарке представится возможность установить контакты между телевизионными организациями и широкий обмен телевизионными программами.



# ПЕРЕДАЧА ЧЕРНО-БЕЛЫХ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО КАНАЛУ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

621. 397. 132 : 778. 45

Рассмотрен метод передачи стереоскопических изображений с помощью системы ЦТ. Метод предусматривает использование для передачи сигналов черно-белой стереопары двух каналов системы ЦТ. При этом требуются незначительные схемные изменения в аппаратурно-студийном комплексе ЦТ.

В схемах обычных приемников ЦТ никаких принципиальных изменений вносить не нужно. Предусматривается применение соответствующих цветных очков, что дает зрителям возможность просматривать объемные изображения в черно-белом виде. Приведены результаты экспериментальной проверки метода.

Системы ЦТ предусматривают раздельную передачу трех сигналов. Они могут передаваться одновременно или последовательно во времени. Следовательно, независимо от метода передачи все системы ЦТ в общем являются трехканальными.

Для получения черно-белого стереоскопического телевизионного изображения необходимо раздельно передать два сигнала стереопары. Передача этих двух сигналов также может производиться одновременно или последовательно во времени. Таким образом, эти системы являются двухканальными. Два канала любой системы ЦТ можно использовать для передачи сигналов черно-белой стереопары. Каждый кадр стереопары на приемном устройстве будет воспроизведен отдельно от другого в определенном цвете. В этом случае при пользовании соответствующими цветными очками можно получить одноцветное, в том числе и черно-белое, стереоскопическое изображение.

Использование метода передачи черно-белых объемных программ по каналам ЦТ откроет дополнительные возможности использования аппаратуры и даст возможность просматривать объемные фильмы или специальные передачи из студии на цветных телевизорах. Для этого нужно лишь установить на цветных телецентрах датчики объемных программ — стереокинопроекторы или стереокамеры. Кроме того, для просмотра объемных программ потребуются цветные очки.

Принцип такой передачи при использовании системы ЦТ с одновременной передачей цветов поясняется блок-схемой рис. 1.

В данном случае источником сигналов цветной системы является камера, на выходе которой получают электрические сиг-

налы, соответствующие красной, зеленой и синей составляющим ( $U_R$ ,  $U_G$ ,  $U_B$ ). Эти три сигнала передаются к приемнику раздельно. Здесь сигналы  $U_R$ ,  $U_G$ ,  $U_B$  воздействуют на соответствующие электронные лучи цветного кинескопа.

Если же на вход видеоканала подать два сигнала стереопары (левой —  $L$  и правой —  $P$ ), полученные от черно-белой стереопары, а на цветном телевизионном приемнике восстанавливать их и наблюдать через специально подобранные цветные очки, то стереоскопическое изображение получится одноцветным. Цвет его будет определяться выбором цветов на приемной трубке. Для получения черно-белых стереоскопических изображений в такой системе необходимо один кадр стереопары, например левый, передавать по двум каналам (синему и зеленому, чтобы получить голубой цвет), а другой — по третьему (красному). Соответствующим подбором цветных очков при наличии красного и голубого изображений на экране можно получить черно-белые стереоскопические изображения.

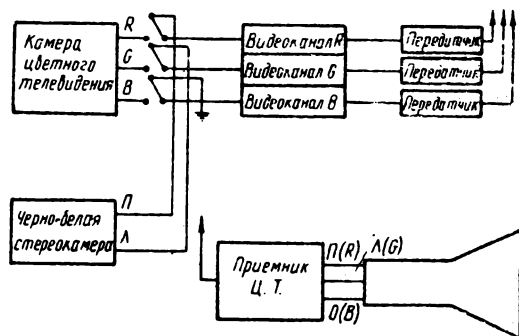


Рис. 1. Укрупненная блок-схема передачи черно-белой стереопары по одновременной системе ЦТ

Если теперь на вход видеоканала подать два сигнала стереопары (левый —  $L$  и правый —  $P$ ), получаемые от двухцветной стереопары, и не использовать третий канал системы ЦТ, то и на приемном устройстве будут получены два сигнала стереопары  $L$  и  $P$ . Зритель, снабженный соответствующими цветными очками, будет видеть стереоскопическое двухцветное изображение, полученное по методу бинокулярного смешения цветов.

Представленная выше блок-схема системы ЦТ не нашла практического применения из-за целого ряда известных недостатков.

Рассмотрим возможности использования системы ЦТ с квадратурной модуляцией для передачи одноцветных стереоскопических изображений. Аналогично предыдущему случаю датчиком сигналов цветного телевидения ( $U_R$ ,  $U_G$ ,  $U_B$ ) служит цветная камера (рис. 2). Цветовые сигналы после корректирующих устройств (цветокорректор и гамма-корректор) поступают на матричный преобразователь  $M_d$ . На выходе этого матричного преобразователя получают три сигнала: два цветоразностных сигнала  $U_{(R-Y)}$  и  $U_{(B-Y)}$  и один яркостный (черно-белый) сигнал  $U_Y$ . Яркостный сигнал  $U_Y$ , передаваемый в полной полосе частот, служит одновременно совместимым сигналом для черно-белых телевизоров. При передаче цветных изображений яркостный сигнал  $U_Y$  модулирует несущую, а цветоразностные сигналы  $U_{(R-Y)}$  и  $U_{(B-Y)}$  в суженной полосе (1,5 МГц) модулируют поднесущую к квадратуре.

Для получения на управляющих электродах цветной приемной трубки сигналов  $U_R$ ,

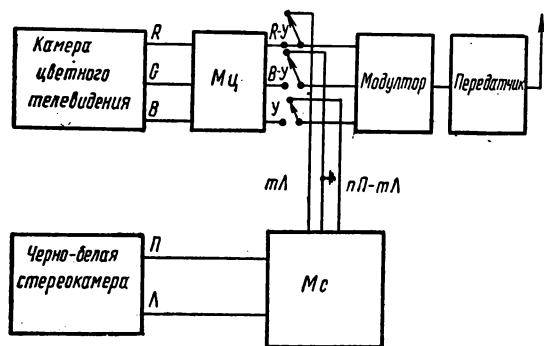


Рис. 2. Укрупненная блок-схема передачи черно-белой стереопары по системе ЦТ с квадратурной модуляцией

$U_G$ ,  $U_B$ , соответствующих красному, зеленому и синему цветоделенным изображениям, на них подаются цветоразностные сигналы  $U_{(R-Y)}$ ,  $U_{(B-Y)}$  и  $U_{(G-Y)}$ , а на катоды — яркостный сигнал  $U_Y$ . Сигналы  $U_{(R-Y)}$  и  $U_{(B-Y)}$  передаются по каналу связи, а сигнал  $U_{(G-Y)}$  формируется в самом приемнике.

Датчиком сигналов черно-белой стереопары может служить черно-белая или цветная стереокамера. При использовании последней черно-белая стереопара будет формироваться из яркостных сигналов левого и правого кадров. Для простоты на блок-схеме (см. рис. 2) источником сигналов стереопары показана черно-белая стереокамера. Для получения на цветном приемнике отдельно двух сигналов  $L$  и  $P$  (левый и правый кадр стереопары) необходимо иметь на передающем конце специальный матричный преобразователь  $M_c$ . Назначение этого матричного преобразователя состоит в том, чтобы создать два таких новых сигнала, которые в сочетании с существующими матричными устройствами на цветном телевизионном приемнике давали бы сигналы левого и правого кадров стереопары.

Новый матричный преобразователь, в отличие от существующего в ЦТ, должен из сигналов  $P$  и  $L$ , поступающих на его вход, вырабатывать два новых сигнала  $nP-mL$  и  $mL$ . Коэффициенты  $m$  и  $n$  при  $P$  и  $L$  определяют величину сигнала. Эти коэффициенты подбираются таким образом, чтобы в некоторой степени уравнивать яркости левого и правого изображений стереопары на приемной трубке. Передача двух сигналов осуществляется следующим образом: вместо яркостного сигнала  $U_Y$  по этому каналу передается сигнал левого кадра стереопары  $mL$ . Этот сигнал является совместимым и может приниматься парком черно-белых приемников. Вместо же цветоразностного сигнала  $U_{(R-Y)}$  передается сигнал  $nP-mL$  (разностный сигнал правого и левого кадров стереопары). По каналу же  $U_{(B-Y)}$  никакой сигнал передаваться не будет.

Если исходить из условия, что существующие цветные телевизионные приемники для приема черно-белых стереопрограмм не должны переделываться, то вместо сигнала  $U_{(R-Y)}$  будет поступать сигнал  $U(nP-mL)$ , а вместо сигнала  $U_{(B-Y)}$  ничего подаваться не будет. На катоды цветного кинескопа в этом случае будет поступать сиг-

нал —  $U_{тл}$ . Тогда, зная соотношения сигналов, поступающих на цветной телевизионный приемник, и коэффициенты преобразования его матрицы, легко можно определить значения новых сигналов, поступающих на управляющие электроды цветного кинескопа. Коэффициенты преобразования матрицы цветного приемника выбраны таким образом, что подаваемые на его вход сигналы вырабатывают из них сигнал  $U_{(G-Y)}$  в соответствии со следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} U_Y &= 0,59U_G + 0,3U_R + 0,11U_B; \\ U_{R-Y} &= 0,7U_R - 0,59U_G - 0,11U_B; \\ U_{B-Y} &= 0,89U_B - 0,59U_G - 0,30U_R; \\ U_{G-Y} &= 0,41U_G - 0,3U_R - 0,11U_B. \end{aligned}$$

Сигнал  $U_{(G-Y)}$  образуется из сигналов  $U_{(R-Y)}$  и  $U_{(B-Y)}$  по следующему соотношению [1]:

$$U_{G-Y} = -0,51U_{R-Y} - 0,19U_{B-Y}. \quad (1)$$

Три сигнала  $U_{(G-Y)}$ ,  $U_{(R-Y)}$  и  $U_{(B-Y)}$  поступают на управляющие электроды, а сигнал  $U_Y$  подается на катоды цветного кинескопа (рис. 3).

Рассмотрим случай передачи сигналов стереопары по каналу ЦТ. В простейшем виде матричный преобразователь передающей части должен обеспечивать получение двух сигналов:  $U_{л}$  и  $U_{(п-л)}$  (коэффициенты  $m$  и  $n$  для простоты будем считать равными 1). На рис. 4 показан такой матричный преобразователь. Назначение этого матричного

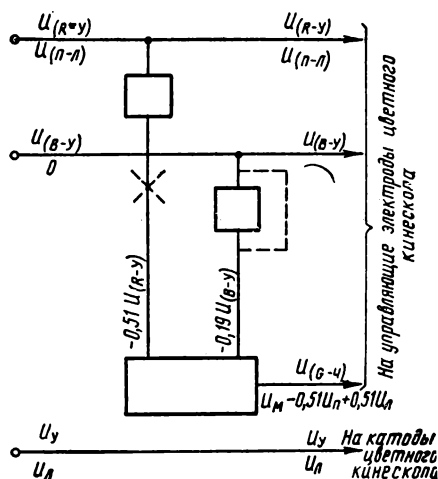


Рис. 3. Блок-схема матричного преобразователя цветного телевизионного приемника

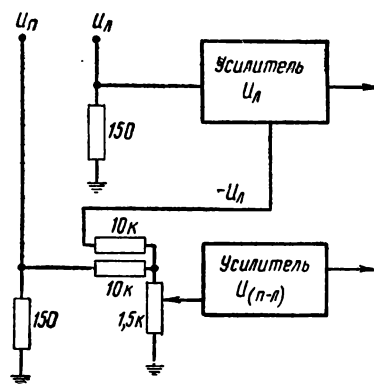


Рис. 4. Блок-схема матричного преобразователя системы передачи черно-белой стереопары по каналу ЦТ

устройства — преобразование сигналов  $U_{п}$  и  $U_{л}$  в сигналы  $U_{л}$  и  $U_{(п-л)}$ .

Эксперименты производились на подвижных и на неподвижных изображениях. В первом случае датчиков сигналов черно-белой стереопары служили две камеры промышленной установки ПТУ-О. Для передачи неподвижных стереокадров использовался стереодиапроектор, разработанный в лаборатории. От этих датчиков сигналы левой и правой стереопары поступали на матричный преобразователь, применяемый в опытной цветной телевизионной станции ЛЭИС, с небольшими переделками. На рис. 5 показан матричный преобразователь опытной станции ЦТ, приспособленный для передачи черно-белой стереопрограммы. Пунктирной линией показаны изменения, которые были внесены в этот преобразователь.

Преобразованные таким образом два сигнала  $U_{л}$  и  $U_{(п-л)}$  передаются по системе ЦТ по каналам  $U_Y$  и  $U_{(R-Y)}$ . Как показано на рис. 3, эти сигналы поступают на преобразователь приемной части. После преобразования на управляющий электрод «красного» луча будет подаваться сигнал  $U_{(п-л)}$ . Результирующий сигнал, управляющий свечением красного люминофора, будет:

$$U_{п} - U_{л} + U_{л} = U_{п},$$

так как на катоды подается сигнал  $-U_{л}$ . На управляющий электрод «синего» луча не будет подводиться сигнал. Поэтому результирующий сигнал, управляющий свечением синего люминофора, будет

$$0 + U_{л} = U_{л}.$$

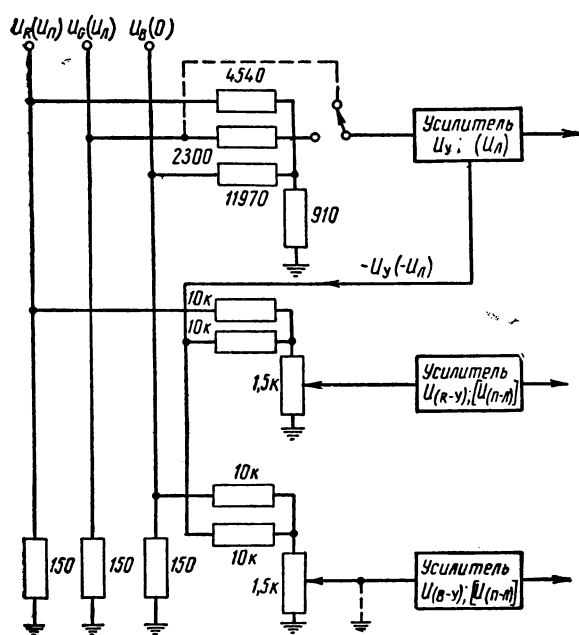


Рис. 5. Блок-схема матричного преобразователя опытной станции ЦТ ЛЭИСа

Следовательно, красный люминофор будет возбуждаться сигналом  $U_{\text{п}}$  (сигнал правой стереопары), а синий — сигналом  $U_{\text{л}}$  (сигнал левой стереопары). Кроме этих двух сигналов, на управляющем электроде «зеленого» луча появится третий сигнал  $U_{\text{м}}$ , который можно определить из уравнения (1) для «зеленого» сигнала в системе ЦТ. Подставив в уравнение (1) значения наших сигналов вместо цветоразностных, получим:

$$\begin{aligned} U_{\text{м}} &= -0,51U_{\text{п-л}} - 0,19 \cdot 0 = \\ &= -0,51U_{\text{п}} + 0,51U_{\text{л}}. \end{aligned}$$

Результирующий сигнал, управляющий свечением зеленого люминофора, будет:

$$\begin{aligned} U_{\text{Г}} &= -0,51U_{\text{п}} + 0,51U_{\text{л}} + U_{\text{л}} = \\ &= 1,51U_{\text{л}} - 0,51U_{\text{п}}. \end{aligned}$$

Сигнал  $U_{\text{Г}}$ , возбуждающий зеленый люминофор, является мешающим сигналом. Однако при соответствующем подборе светофильтров для очков этот паразитный сигнал не заметен при наблюдении объемных изображений. Понятно, что из-за преобразований, имеющих место в приемнике, сигнал  $U_{\text{л}}$  должен занимать такую же полосу частот, что и сигнал  $U_{\text{п-л}}$ . Это условие должно выполняться для того, чтобы при сложении узкополосного сигнала  $U_{\text{п-л}}$  (сигнал

$U_{\text{п-л}}$ ) передается по каналу  $U_{\text{(R-Y)}}$  в полосе 1,5 МГц с широкополосным сигналом  $U_{\text{л}}$  (канал  $U_{\text{Y}}$ ) высокочастотные компоненты левого изображения не попадали бы в канал правого изображения стереопары. Может показаться, что если это условие не выполнить и передавать сигнал  $U_{\text{л}}$  в полной полосе частот, как яркостный сигнал  $U_{\text{Y}}$  в цветной системе, то все составляющие сигнала  $U_{\text{л}}$  выше 1,5 МГц будут попадать в канал правого изображения стереопары и оказывать мешающее действие. Такая система на первый взгляд должна обеспечить воспроизведение объемных изображений с четкостью, соответствующей полосе передаваемых частот 1,5 МГц.

Сокращение полосы частот сигнала  $U_{\text{л}}$  крайне нежелательно, так как этот сигнал является совместимым для черно-белых телевизоров, и это сокращение приведет к понижению четкости черно-белых изображений, соответствующей полосе частот, равной 1,5 МГц.

Эксперименты, которые приводились для определения мешающего действия паразитного высокочастотного сигнала левого кадра стереопары, попадающего в правый, не подтвердили это положение. Было показано, что в данном случае вовсе необязательно передавать сигналы  $U_{\text{л}}$  и  $U_{\text{п-л}}$  в одинаковой полосе. В ходе экспериментов в одном случае наблюдателям предлагалось рассматривать объемное изображение, полученное сигналами  $U_{\text{л}}$  и  $U_{\text{п}}$  в стандартной полосе частот. Во втором случае передавались сигналы  $U_{\text{п-л}}$  и  $U_{\text{л}}$ , причем полоса сигнала  $U_{\text{п-л}}$  была ограничена до 1,5 МГц. Рассматривались подвижные и неподвижные объекты. Никто из наблюдателей не заметил паразитного сигнала и ухудшения воспроизведения объема. Уменьшение четкости одного кадра стереопары до определенных пределов, как известно, не сказывается на общем качестве стереоизображений [2, 3]. Такая система передачи обеспечивает получение стандартного совместимого сигнала  $U_{\text{л}}$  и воспроизведение объемных изображений, которые визуально по четкости соответствуют сигналу  $U_{\text{л}}$ .

В описанном способе воспроизведения объемных изображений происходит бинокулярное смешение цветов. Результирующий цвет, который воспринимается наблюдателем при воздействии на его глаза различных цветов, определяется яркостью различ-

ных составляющих. Оптимальным является случай, когда яркости этих составляющих одинаковы. При выбранных цветах обеспечение этого условия представляет некоторую трудность. Сигнал  $U_R$  несет примерно 30% яркости черно-белого изображения, а сигнал  $U_B$  — только 10%. Выровнять яркости левого и правого изображений при таком различии их в кадрах стереопары представляется технически сложным делом.

Выбор каналов передачи в данной системе не случаен. Действительно, с точки зрения восприятия изображения гораздо выгоднее было бы восстанавливать на приемном конце сигналы  $U_G$  и  $U_R$ . Тогда яркость изображения повысилась бы, а результирующий цвет был бы желтым, в отличие от рассмотренного случая, когда результирующий цвет получается пурпурным. Кроме того, известно, что наиболее благоприятные условия для бинокулярного смещения цветов получаются при смешении дополнительных цветов. В таком случае можно получить черно-белое изображение. Однако для этого необходима небольшая переделка приемного устройства.

Переделка приемного устройства, даже незначительная, сопряжена с большими трудностями. Но, учитывая, что в настоящее время парк цветных телевизоров еще очень мал, можно считать ее допустимой. Тем более что переделка цветного телевизора для приема черно-белых стереопрограмм со стандартной четкостью будет заключаться в подключении управляющего электрода зеленого прожектора параллельно синему, для чего достаточно поставить четырехконтактный переключатель для переключения программ. При таком включении изображение одного кадра стереопары будет воспроизводиться в голубых тонах. Если канал  $U_{(п-л)}$  оставить без изменений, то правое изображение будет воспроизводиться в красных тонах. Как известно, для красного цвета дополнительным цветом является голубой. При правильном подборе цветов результирующее изображение получится черно-белым.

На рис. 3 показана в общем виде блок-схема преобразования сигналов  $U_{(R-Y)}$ ,  $U_{(B-Y)}$  и  $U_Y$  в сигналы  $R$ ,  $G$  и  $B$  в цветных телевизорах. На блок-схеме пунктирной линией показано переключение, которое необходимо выполнить в приемном устройстве для приема черно-белых стерео-

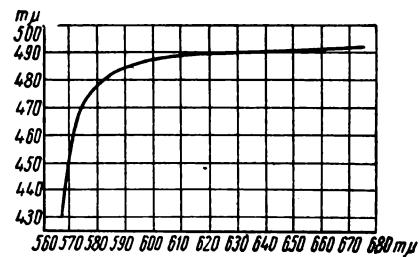


Рис. 6. Кривая дополнительных цветов

программ. Как видно из рисунка, для этого достаточно цепь, соединяющую  $U_{(B-Y)}$  с цепью  $U_{(G-Y)}$ , замкнуть, а цепь, соединяющую  $U_{(B-Y)}$  с той же цепью  $U_{(G-Y)}$ , разомкнуть. При этом на управляющий электрод «зеленого», как и на «синий» электрод, никакой сигнал попадать не будет. На катод будет поступать сигнал  $U_{(л)}$  в отрицательной полярности, и тем самым «синий» и «зеленый» лучи будут модулироваться сигналом левой стереопары.

Рассмотрим вопрос о выборе цветных фильтров очков для рассматривания объемных изображений.

Выбор цветных фильтров для очков должен производиться для каждого случая отдельно. Все определяется тем, какие цвета взяты за основу в цветной трубке. Если сигналы левой стереопары возбуждают синий люминофор, а правой — красный (как было в первых наших экспериментах), то цветные очки должны иметь спектральные характеристики, соответствующие спектральным характеристикам люминофоров. Объемное изображение получается одноцветным с пурпурным оттенком.

Интерес представляет получение на цветном телевизоре черно-белых объемных изображений. Известно, что для получения черно-белого изображения необходимо получить изображения стереопары в дополнительных цветах. При смешении дополнительных цветов в определенной пропорции получается белый цвет. На рис. 6 показан график, по которому, зная один цвет, можно выбрать дополнительный к нему [4].

Опорным цветом для выбора дополнительного для нас является цвет красного люминофора приемной трубки. Зная длину волны этого цвета, можно по рис. 6 определить дополнительный к нему цвет. На графике рис. 7 показаны кривые спектральных

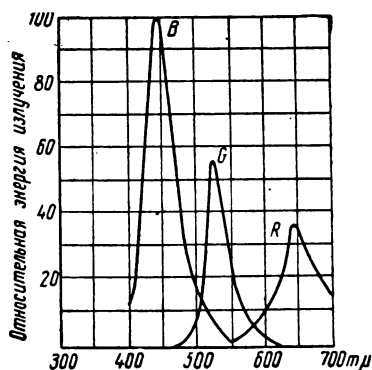


Рис. 7. Спектральные характеристики излучений трехцветных кинескопов

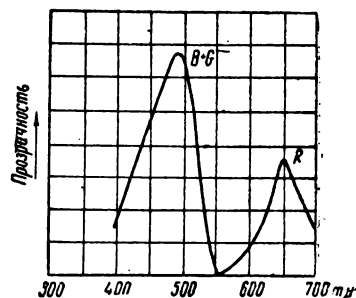


Рис. 8. Спектральные характеристики цветных фильтров для очков

излучений люминофоров цветной приемной трубки [5]. Как видно из графиков, максимум излучения красного люминофора лежит в области 650 мμ. По графику рис. 6 находим дополнительный к 650 мμ цвет. Он будет лежать в области длин волн 491—492 мμ. Это соответствует голубому цвету. Голубой цвет можно получить смешением зеленого и синего цветов. Если соответствующим образом подобрать соотношение сигналов «зеленого» и «синего» каналов, можно получить необходимый цвет.

Естественно, что и цветные фильтры очков должны соответствовать выбранным цветам. Характеристика цветного фильтра правого глаза должна соответствовать спектральной характеристике цвета свечения красного люминофора, а левого глаза — цвета, дополнительного к красному. На графике рис. 8 показаны примерные спектральные характеристики фильтров очков для предлагаемой системы.

Передачу стереопрограмм можно будет принимать и на обычных черно-белых при-

емниках (естественно, в черно-белом и плоском варианте). Таким образом, описанный метод передачи является совместимым. Экспериментальная проверка метода показала, что качество изображений и эффект объемности получаются хорошими.

В экспериментальной проверке метода принимали активное участие К. Т. Колин, И. Н. Липай и В. С. Шумляев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кайвер М. С., Основы цветного телевидения, М., 1957.
2. Шмаков П. В., Основы цветного и объемного телевидения, «Советское радио», 1954.
3. Джакония В. Е. и Ефимкин В. И., Система стереоцветного телевидения с сокращенной полосой частот, Аннотации докладов научной сессии, посвященной Дню радио, М., 1961.
4. Кравков С. В., Глаз и его работа, АН СССР, М.—Л., 1950.
5. Зворыкин В. К. и Мортон Д. А., Телевидение, ИЛ, М., 1956.

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

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СУПЕРОРТИКОНА В РЕЖИМЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО НАКОПЛЕНИЯ

621.397.331.22

Приведены результаты исследования трубок типа суперортикон в режиме стандартного разложения при кратковременном накоплении заряда, осуществляемом с помощью электронного затвора.

## Введение

Наряду со стандартным режимом работы суперортикона, когда на фотокадод трубки непрерывно экспонируется изображение и одновременно с этим происходит считывание накопленного заряда, представляет интерес применение суперортикона в специальных режимах, где процесс накопления отделен во времени от процесса считывания. Одним из таких режимов является кратковременное накопление заряда на мишени во время обратного хода пучка по кадру и считывание накопленного заряда «по памяти» при времени кадра, равном  $\frac{1}{25}$  сек.

Возможны два способа кратковременного накопления заряда.

1. Способ кратковременных световых импульсов. При этом изображение кратковременно экспонируется на фотокадод во время обратного хода луча по кадру. Длительность светового импульса может быть равна или меньше времени обратного хода луча по кадру. Все остальное время фотокадод закрыт от света, и накопления заряда не происходит.

2. Способ кратковременного отпирания фототока (электронный затвор) в секции переноса изображения [1, 2]. При этом изображение проецируется на фотокадод непрерывно, но накопление происходит только во время обратного хода луча по кадру, когда на фотокадод подаются отрицательные отпирающие фототок импульсы. Все остальное время потенциал фотокадод равен или несколько больше потенциала мишени, фототок заперт, накопления заряда не происходит.

Независимо от способа осуществления кратковременного накопления считывание накопленного заряда происходит по памяти. Как в первом, так и во втором случае уменьшение времени накопления компенсируется увеличением освещенности на фотокадод с тем, чтобы величина экспозиции, равная произведению освещенности на время (в первом случае это длительность светового, во втором — электрического импуль-

са), оставалась равной экспозиции при непрерывной освещенности.

Таким образом, оба способа внешне имеют много сходства. Однако в режиме кратковременного накопления, осуществляемом методом электронного затвора, передающая трубка оказывается в значительно более тяжелых условиях, так как фотокадод непрерывно облучается большим светом. При этом освещаются и другие электроды трубки (ускоряющий электрод, цилиндр мишени, сетка и пленка), как правило, фоточувствительные.

В соответствии с основным направлением света наибольшая засветка действует на мишени. Соотношение времени полезного накопления и времени действия вредной засветки равно в лучшем случае отношению времени обратного и прямого хода луча по кадру. Действие вредной засветки создает дополнительную возможность ухудшения параметров трубки. Во втором способе осуществления кратковременного накопления большую роль играет форма импульса, отпирающего фототок. Любое отклонение от прямоугольной формы приводит к нарушению условий фокусировки электронного изображения в плоскости мишени и, следовательно, к уменьшению четкости передаваемого изображения.

Таким образом, в режиме кратковременного накопления, осуществляемом и с помощью световых импульсов и с помощью электронного затвора, возможно изменение параметров за счет перехода на работу «по памяти». Дополнительно к этому в режиме кратковременного накопления, осуществляемом с помощью электронного затвора, изменение параметров возможно за счет действия непрерывной вредной засветки, а также за счет расфокусировки электронного изображения при искаженной форме электрического импульса.

## Методика исследования

Исследование трубок производилось на стандартной телевизионной установке со временем передачи кадра 0,04 сек и полосой



пропускания канала 7,3 Мгц. Импульсное питание фотокатода производилось от специального блока. Длительность импульса изменялась в пределах от  $0,3 \cdot 10^{-3}$  сек до  $2 \cdot 10^{-3}$  сек, амплитуда — от 0 до 400 в.

Для сравнения параметров трубки испытывались сначала в стандартном режиме, затем в режиме кратковременного накопления. Измерение сигнала в двух режимах производилось с помощью приборов ГПИ и ОВС. Разрешающая способность оценивалась визуально по вертикальному клину испытательной таблицы 0150 при размере изображения на фотокатоде  $28 \times 28$  мм. Для того чтобы исключить влияние частотной характеристики канала и приемной трубки при оценке разрешающей способности выше 700 лин, пользовались методом сжатия раstra по строке, что вполне допустимо для оценки относительного изменения разрешающей способности при переходе от одного режима к другому.

В режиме непрерывного освещения были сняты характеристики свет — сигнал, свет — разрешающая способность, при отдельных значениях освещенности измерено отношение сигнала к шуму.

Те же характеристики, но соответственно в другом диапазоне освещенностей были сняты в режиме кратковременного накопления при длительностях импульса  $0,3 \cdot 10^{-3}$  сек,  $1 \cdot 10^{-3}$  сек и  $2 \cdot 10^{-3}$  сек.

Напряжения на электродах трубки в режиме кратковременного накопления не отличались от стандартных, за исключением небольшого увеличения напряжения на мишени и уменьшения тока пучка. Характеристику зависимости  $I_c = f(E)$  и  $z = f(E)$  в режиме кратковременного накопления можно было снимать, меняя освещенность при постоянной длительности импульса, либо, наоборот, менять длительность импульса при постоянной освещенности на фотокатоде. Исследование проводилось на стандартных суперортиконах с разными типами фотокатода и с разной величиной накопительной емкости мишени, определяемой расстоянием сетка — пленка.

### Результаты исследования

Первые испытания стандартных суперортиконов в режиме кратковременного накопления, осуществляемого с помощью электронного затвора, показали, что принципи-

ально трубка может работать в этом режиме, но с некоторым (в отдельных случаях существенным) изменением параметров и более низким качеством изображения.

Результаты исследования одной из трубок представлены на рис. 1 и 2 в виде зависимости сигнала и разрешающей способности от величины экспозиции  $Et$ . Проводить сравнение параметров при одной освещенности не имеет смысла, так как характеристики лежат в разных световых диапазонах.

Если необходимо перейти от значений  $Et$  к значениям освещенности, то значение абсциссы в интересующей точке кривой следует разделить на значение длительности импульса.

Кривые рис. 1 показывают, что при малых значениях  $Et$  разница в сигналах для непрерывного (кривая 1) и кратковременного накопления (кривые 2, 3, 4) невелика. С увеличением  $Et$  разница в сигналах возрастает и достигает двух и более раз. Кривые зависимости  $I = f(Et)$  достигают явного насыщения, в то время как в режиме непрерывного накопления рост сигнала продолжается.

Падение сигнала в режиме кратковременного накопления можно объяснить действием предварительного считывания [3, 4, 5], которое заключается в том, что при считывании заряда с данной строки мишени пучок снимает заряд и со следующих строк за счет емкостной связи, а также за счет действия краев пучка. В случае непрерывного

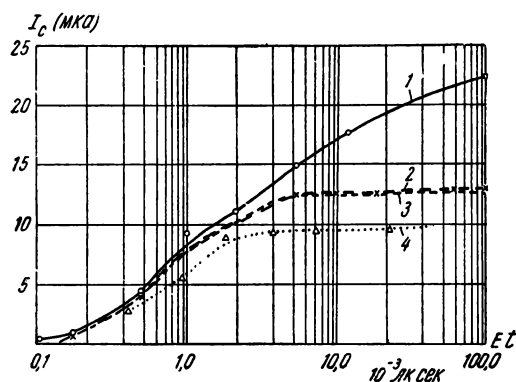


Рис. 1. Зависимость тока сигнала от экспозиции ( $Et$ ):

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1 — $t = 40 \cdot 10^{-3}$ сек (непрерывное накопление); |                              |
| 2 — $t = 2 \cdot 10^{-3}$ сек                            | } кратковременное накопление |
| 3 — $t = 1 \cdot 10^{-3}$ сек                            |                              |
| 4 — $t = 0,3 \cdot 10^{-3}$ сек                          |                              |

освещения предварительно считанный заряд успевает частично пополниться за время строки, и это пополнение увеличивается с увеличением освещенности. Пополнение заряда сопровождается ростом сигнала.

В случае считывания по памяти пополнения заряда не происходит. Разница в сигналах при больших значениях освещенности  $E$  или  $Et$  дает возможность оценить долю предварительно считанного заряда, которая составляет величину 0,3—0,7 от общей величины накопленного на мишени заряда.

Из кривых рис. 2 видно, что при переходе в режим кратковременного накопления разрешающая способность падает на 100—150 *лин*. Это можно объяснить тем, что на мишени всегда имеет место некоторое растекание заряда. Однако в случае непрерывного освещения растекание компенсируется накоплением, а при большой освещенности — действием электронов перераспределения. В случае кратковременного накопления, когда процессы накопления и считывания разделены временем, растекание заряда ничем не компенсируется, глубина потенциального рельефа на мелких деталях уменьшается, это проявляется в падении разрешающей способности передаваемого изображения. Дополнительно падение разрешающей способности объясняется также уменьшением сигнала, причины которого отмечались выше.

При переходе к режиму кратковременного накопления величина отношения сигнала к шуму уменьшается приблизительно про-

порционально корню квадратному из отношения сигналов в режиме непрерывного и кратковременного накопления. Так, при тех же значениях  $Et$ , где отмечено падение сигнала при переходе к режиму кратковременного накопления приблизительно в два раза, величина отношения сигнала к шуму падает в  $\sqrt{2} \approx 1,4$  раза.

В режиме кратковременного накопления были исследованы трубки с разными расстояниями сетка — пленка, разными типами фотокатодов (висмута-серебряно-цезиевый, оксидно-серебряно-цезиевый, сурьмяно-цезиевый). Существенной зависимости параметров от расстояния сетка — пленка отмечено не было, правда, трубки с меньшим расстоянием имели несколько меньшее падение разрешающей способности. Зато зависимость качества изображения от типа фотокатода оказалась весьма заметной. При больших значениях освещенности лучшие результаты имели трубки с висмута-цезиевым фотокатодом, из них особенно трубки типа ЛИ207.

Все изложенное выше относительно падения сигнала, разрешающей способности, отношения сигнал/шум касается сравнения параметров трубки в стандартном режиме и в режиме кратковременного накопления. Вместе с тем представляет интерес сравнение параметров трубки в режиме кратковременного накопления, но при разных его длительностях. Исследование показало, что более устойчиво трубки работают при больших длительностях импульса, так как для получения одних и тех же значений  $Et$  в данном случае требуется меньше света. При малых значениях  $Et$  параметры трубки практически одинаковы при всех использованных нами длительностях импульса. С увеличением  $Et$  начинается расхождение кривых: при меньших длительностях импульса и соответственно больших освещенностях заметно падение сигнала, разрешающей способности и ухудшение общего качества изображения. У отдельных трубок эти особенности были выражены очень сильно.

### Особенности работы трубок в режиме кратковременного накопления

#### а) О фотоэмиссии с мишени

Исследование трубок в режиме кратковременного накопления, осуществляемом методом электронного затвора, показало, что не все трубки ведут себя одинаково.

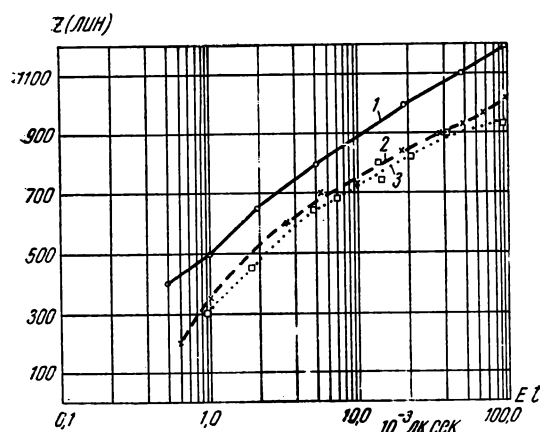


Рис. 2. Зависимость разрешающей способности от величины экспозиции ( $Et$ ):

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1 — $t = 40 \cdot 10^{-3}$ сек  | (непрерывное накопление)     |
| 2 — $t = 2 \cdot 10^{-3}$ сек   | } кратковременное накопление |
| 3 — $t = 0,3 \cdot 10^{-3}$ сек |                              |

Часть из них давала удовлетворительное изображение со всеми отмеченными выше особенностями, другая часть трубок практически не работала, особенно при самой маленькой длительности ( $0,3 \cdot 10^{-3}$  сек) импульса и больших значениях освещенности. Внешне изображение выглядело, как при сильной засветке, сигнал уменьшался, резко уменьшалось число передаваемых полутонов, появлялись заметные окантовки.

Никакие изменения напряжения на электродах не позволяли получить нормальное изображение. С уменьшением освещенности при той же длительности импульса качество изображения улучшалось. Было сделано предположение, что главной причиной нарушения нормальной работы трубки является фотоэмиссия с мишени (главным образом с пленки). В процессе изготовления фотокатода все внутренние части трубки (ускоряющий электрод, цилиндр мишени, сетка и пленка) оказываются фоточувствительными. В зависимости от типа фотокатода, от конкретных условий его изготовления фоточувствительность электродов меняется в больших пределах. В плоскости мишени действует практически равномерная освещенность (изображение полностью расфокусировано).

Фотоэмиссия с пленки мишени приводит к тому, что потенциалы темных участков повышаются: «темное» становится «серым». Действие фотоэмиссии проявляется тем сильнее, чем больше освещенность на фотокатод, прозрачность фотослоя и фоточувствительность мишени.

Измерение показало, что наибольшей величины фотоэмиссия с мишени достигает у трубок с сурьмяно-цезиевым фотокатодом. Так, у трубок с сурьмяно-цезиевым фотокатодом фототок с мишени составляет  $3 \div 12\%$  тока с фотокатода, у трубок с висмuto-цезиевым фотокатодом —  $0,4 \div 3\%$ ; с серебряно-оксидно-цезиевым фотокатодом —  $0,6 \div 3\%$ . Такая большая величина фотоэмиссии у трубок с сурьмяно-цезиевым фотокатодом объясняется большой фоточувствительностью мишени и большой прозрачностью фотослоя. Согласно нашим измерениям, прозрачность фотослоя у трубок с висмuto-цезиевым фотокатодом составляет  $25 \div 40\%$ , с сурьмяно-цезиевым фотокатодом (с тонкими слоями сурьмы) —  $40 \div 60\%$  и с оксидно-серебряно-цезиевым фотокатодом —  $20 \div 35\%$ .

Сопоставление результатов измерения фотоэмиссии с результатами работы трубок в режиме кратковременного накопления подтверждает сделанное выше предположение. Действительно, в режиме кратковременного накопления хуже всех работали трубки с большой фотоэмиссией с мишени. Таким образом, фотоэмиссия с мишени может служить критерием пригодности трубок для работы в режиме кратковременного накопления, осуществляемом с помощью электронного затвора.

#### б) О сворачивании изображения

При работе трубки в режиме кратковременного накопления с наиболее короткой длительностью импульса требуется освещенность порядка  $50 \div 100$  лк. Фотокатод трубки оказывается в очень тяжелых условиях. При таких больших освещенностях даже в обычных условиях существует опасность появления сворачивания изображения. При работе трубки в режиме кратковременного накопления, осуществляемом методом электронного затвора, сворачивание изображения наступает при значительно меньших освещенностях и проявляется тем сильнее, чем меньше длительность импульса, приложенного к фотокатоду.

Так, некоторые из испытанных нами трубок при непрерывной освещенности никаких признаков сворачивания изображения не проявляли. Однако при переходе в режим кратковременного накопления при той же освещенности появляется сворачивание изображения и проявляется все сильнее с уменьшением длительности импульса. Это можно объяснить тем, что постоянная времени при большом сопротивлении фотослоя оказывается сравнимой с длительностью импульса и за время импульса по всей поверхности фотослоя не успевает установиться одинаковый потенциал.

Это приводит к нарушению условий равномерной фокусировки электронного изображения, а как следствие этого — к сворачиванию изображения.

#### Заключение

Исследование работы стандартных суперортиконов ЛИ201, ЛИ203, ЛИ207 и экспериментальных трубок с сурьмяно-цезиевым и висмuto-серебряно-цезиевым фотокатодом в режиме кратковременного накопления,

осуществляемом с помощью электронного затвора, показало, что в большинстве своем трубки могут работать в этом режиме, но с изменением основных параметров. Так, величина сигнала падает в два и более раз, отношение сигнала к шуму — в  $\sqrt{2}$  и более раз, разрешающая способность уменьшается в среднем на 100—150 *лин*.

В условиях кратковременного накопления, осуществляемого с помощью электронного затвора, в отличие от стандартного режима, а также режима кратковременного накопления, осуществляемого с помощью световых импульсов, резко возрастает роль

фотоэмиссии с мишени и сопротивления фотослоя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Neuhauser R. G., JSMPTE, 1959, 68, № 7, 455—461.
2. Ковригин В. П., Техника кино и телевидения, 1961, № 3.
3. Герус В. Л., Кандидатская диссертация, 1952.
4. Рыфтин Я. А., Журнал технической физики, 1957, XXVII, вып. 8.
5. Круссер Б. В., 100 лет со дня рождения А. С. Попова. Юбилейная сессия, Изд-во АН СССР, 1960.

В. М. САСИН

## НОВЫЙ СПОСОБ ПОПЕРЕЧНО-СТРОЧНОЙ ЗАПИСИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ

621.397.642

Для записи на магнитную ленту сигналов, частота которых значительно превышает звуковую частоту (например, сигналов видеочастоты), применяются различные способы. Основные из них: продольный способ с неподвижной магнитной головкой; продольно-строчный с большим количеством головок и сложным электронным коммутационным устройством; поперечно-строчный способ с вращающимися магнитными головками [1, 2, 3, 4].

Главными недостатками способов являются сложность аппаратуры и большая скорость ленты относительно головки, что приводит к быстрому их износу.

По новому способу [5] запись и воспроизведение осуществляются неподвижными магнитными головками; скорость перемещения ленты здесь малая, применяемая аппаратура проста. Такая магнитная головка для записи сигналов изображена на рис. 1. Сердечник головки собран из пластин 1 с высокой магнитной проницаемостью, между которыми размещены немагнитные прокладки 2. Между пластинами с одной сто-

роны образуется рабочий зазор 3. С другой стороны пластины «замыкаются» П-образными вращающимися ярмами 4, укрепленными на колесе 5, которое вращается при помощи вала 6. П-образные ярма проницают неподвижную катушку 7, укрепленную при помощи удлиненных щечек 8 к основанию головки 9. Магнитная лента 10 плотно прижимается к рабочему зазору. Толщина ярма должна быть немного меньше суммы толщин одной немагнитной прокладки и одной ферромагнитной пластины сердечника головки. Все детали головки (кроме пластин сердечника и ярма) изготовляются из ферромагнитного материала.

Запись на ленту осуществляется следующим образом. Записываемый электрический сигнал подается на катушку, одновременно приводятся в движение магнитная лента и колесо с ярмами. При этом в сердечнике головки магнитный поток возникает только в тех ферромагнитных пластинах, которые перекрываются вращающимся ярмом, поэтому магнитная лента намагничи-

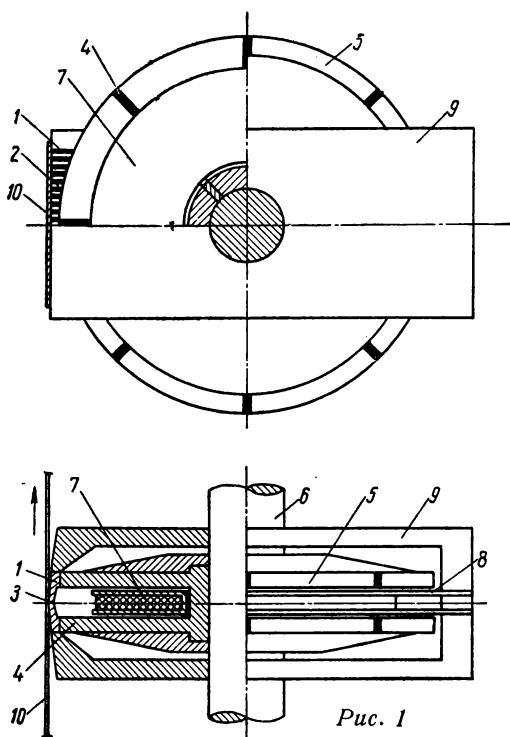


Рис. 1

вается не по всему зазору, а только против тех пластинок, которые в данное время перекрываются ярмом. Поэтому строка имеет ступенчатую форму.

Записанная информация воспроизводится простой головкой с замкнутым сердечником, конструкция которой в принципе не отличается от магнитных головок, применяемых в магнитофонах, а имеет лишь более длинный рабочий зазор, так как лента здесь значительно шире. Ширина рабочего зазора воспроизводящей и записывающей головок одинакова, поэтому при движении магнитной ленты возле рабочего зазора воспроизводящей головки в ее катушке наводят соответствующую эдс только те намагниченные зоны записи, которые полностью

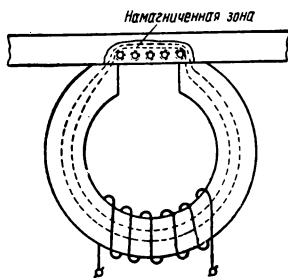


Рис. 2

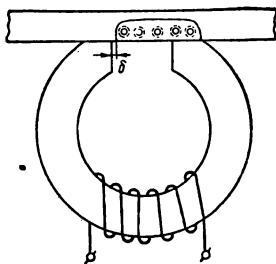


Рис. 3

перекрывают рабочий зазор (рис. 2). Те намагниченные зоны, которые вошли в зазор, но не перекрыли его, наводят эдс в катушке не будут (рис. 3). Таким образом, воспроизведенный сигнал повторяет записанный сигнал.

Допустим, что необходимо записать сигнал, изображенный на рис. 4. Пусть продолжительность периода будет минимальной. Если при прямом способе записи ширина рабочего зазора головки  $\Delta$  должна

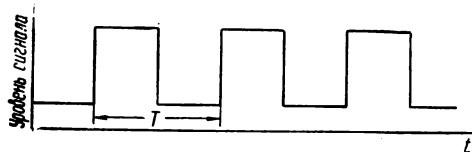


Рис. 4

быть в  $n$  раз меньше минимальной длины волны  $\lambda$ , то минимальная скорость движения ленты в зависимости от максимальной частоты и ширины рабочего зазора определяется по формуле:

$$v_1 = \frac{\lambda}{T} = \lambda f_m = n \Delta f_m.$$

Картина записи сигнала на магнитной ленте по обычному способу показана на рис. 5; картина записи этого же сигнала



Рис. 5

по рассматриваемому способу на широкую магнитную ленту — на рис. 6.

Необходимая скорость продвижения ленты в этом случае равна:

$$v_2 = \frac{m\delta}{T} = m\delta f_m,$$

где:  $m$  — количество коммутирующих пластинок за время минимального периода  $T$ ;  $\delta$  — минимальный зазор между краем намагниченной зоны ленты и полюсом воспроизводящей головки в рабочем зазоре (см. рис. 4), при котором магнитные силовые линии намагниченной зоны не замыкаются через сердечник воспроизводящей головки;  $f_m$  — максимальная частота записываемого сигнала.

Величины  $n$  и  $m$  одного порядка, а размер  $\delta$  зависит в основном от величины зерен магнитносителя. В современных маг-

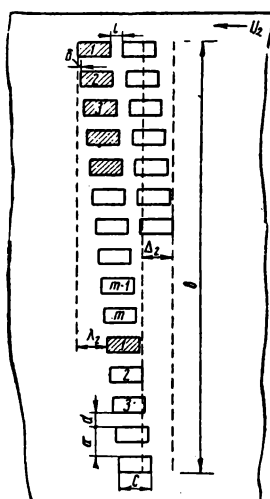


Рис. 6

Необходимая толщина сердечника головки, а соответственно и ширина рабочей части магнитной ленты, определится так:

$$b = k \cdot a - d;$$

$$k = \frac{c + i}{\delta};$$

$$c = \Delta + \delta;$$

$$b = \frac{\Delta + \delta + i}{\delta} a - d,$$

нитных лентах размеры зерен в десятки раз меньше рабочих зазоров магнитных головок, поэтому скорость движения ленты при записи по предлагаемому способу значительно меньше, чем в случае прямого продольного способа записи. Из этой формулы можно сделать и такой вывод, что скорость ленты относительно головки не зависит от ширины рабочего зазора.

где:  $b$  — количество ферромагнитных пластин сердечника;  $a$  — суммарная толщина одной немагнитной и одной ферромагнитной пластины;  $d$  — толщина немагнитной прокладки;  $c$  — длина намагниченной зоны ленты;  $i$  — минимальное расстояние между поперечными строками.

Для качественного воспроизведения необходимо, чтобы рабочие зазоры записывающей и воспроизводящей головок находились под одним и тем же углом относительно направления перемещения ленты. Скорость протягивания ленты при записи и воспроизведении должна быть одинаковой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парфентьев А. И., Магнитная запись изображений, Техника кино и телевидения, 1957, № 3.
2. Пархоменко В. И., Установка для записи телевизионных изображений на магнитную пленку, Техника кино и телевидения, 1960, № 1.
3. Иоффе А. Ф., Применение магнитной записи, Госэнергоиздат, 1959.
4. Бялик Г. И., Проблемы телебачения, Держтехвидав УРСР, 1958.
5. Сасин В. М., Магнитная головка для поперечно-строчной записи на магнитоноситель. Авторское свидетельство № 148546 от 30 октября 1961 г.

# ДУБЛЕНИЕ ЦВЕТНОЙ ПОЗИТИВНОЙ КИНОПЛЕНКИ АЛЮМОКАЛИЕВЫМИ КВАСЦАМИ

771.531.351.4 : 74.023.71

Рассмотрены условия задубливания цветных позитивных киноплёнок в фиксажно-дубящих растворах с алюмокалиевыми квасцами и проверены условия использования алюмокалиевых квасцов в отдельных дубящих ваннах.

Дубление цветной позитивной киноплёнки при ее обработке имеет важное практическое значение.

При обработке киноплёнки с незадубленными эмульсионными слоями повышается вероятность повреждения слоев от соприкосновения с твердыми телами, возрастает склонность к набуханию в промывной воде, затрудняется процесс сушки и т. п. Для незадубленных эмульсионных слоев с температурой плавления порядка 32—34° в процессе обработки киноплёнки обязательно требуется увеличить их термостойкость и механическую прочность.

На кинокопировальных фабриках для дубления цветного кинопозитива применяются дубящие ванны с хромокалиевыми и алюмокалиевыми квасцами, а алюмокалиевые квасцы в фиксажно-дубящих растворах до сих пор не использовались.

Методика постановки эксперимента с использованием алюмокалиевых квасцов состояла в следующем. Отпечатанные на цветной позитивной киноплёнке ЦП-3 сенситограммы подвергались химико-фотографической обработке в лабораторных условиях по единому способу с некоторыми изменениями в режимах:

Наименование процесса	Продолжительность	Температура, °C
Проявление в цветном проявителе . . . . .	10—11 мин	20±0,3
Промывка . . . . .	45 сек	13—14
Фиксирование . . . . .	6 мин	18—19
Промывка . . . . .	5 »	
Дубление . . . . .	1,5 »	
Промывка . . . . .	4 »	
Отбеливание . . . . .	4 »	
Промывка . . . . .	3 »	
Фиксирование . . . . .	3 »	
Промывка . . . . .	15 »	

Для фиксирования применялись кислые фиксажи с уксусной кислотой, имеющие рН = 6,3. Отклонение от утвержденного регламента рН фиксажа — явление временное и объясняется отсутствием двух фиксажных линий: для первого и второго фиксирования.

Дубление образцов производили в ванне дубящим раствором, расположенной после ванн для первого фиксирования и промывки. После обработки сенситограммы высушивали. Затем испытуемый образец помещали в обычный прибор для определения температуры плавления. Степень задубленности эмульсионного слоя определялась температурой плавления, показателем которой служило начало изменения конфигураций полей сенситограммы. Скорость повышения температуры в приборе во время эксперимента равнялась 1—2° в минуту.

Для изучения степени задубливания цветных позитивных киноплёнок алюмокалиевыми квасцами в отдельных ваннах приготовлялись водные растворы с различными концентрациями квасцов: 5, 10, 15, и 20 г/л.

В этих растворах экспонированные на сенситометре ЦС-2 образцы после ряда технологических операций задубливались в течение 1,5 мин. Затем продолжались процессы отбеливания, второго фиксирования и сушки. Эксперименты производились в одних и тех же растворах изо дня в день в течение 5 суток. Продолжительное использование дубящих растворов преследовало цель установить степень задубливания киноплёнок в зависимости от времени хранения растворов. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация квасцов, г/л	Температура плавления, °				
	1-е сутки	2-е сутки	3-е сутки	4-е сутки	5-е сутки
5	38	36	37	38	38
10	40	38	39	40	40
15	>80	75	60	60	45
20	>80	>80	70	70	70



Данные таблицы подтверждают, что

1) растворы с концентрациями алюмокалиевых квасцов порядка 0,05 и 0,1% практически не имеют дубящих свойств. Такие свойства появляются у растворов с содержанием алюмокалиевых квасцов выше 0,15%;

2) наиболее приемлемым дубящим раствором является такой, который содержит 0,2% алюмокалиевых квасцов, — он задубливает киноплёнку до температуры плавления 70—80° и сохраняет дубящие свойства на протяжении 5 суток.

Определение концентрации алюмокалиевых квасцов для дубящих ванн и степени сохранения их дубящих свойств — только первая часть изучаемых вопросов. Другая часть вопросов, как уже было сказано, состоит в определении условий применения алюмокалиевых квасцов в фиксажно-дубящих растворах при обработке цветного кинопозитива, так как это дает возможность без дополнительных операций повысить прочность эмульсионных слоев.

При использовании в фиксажно-дубящих растворах алюмокалиевых квасцов необходимо учесть фактор кислотности раствора (кислотность определяется числом миллилитров раствора NaOH, расходуемых на титрование 10 мл фиксажа при индикаторе фенолфталеина).

Фиксаж, применяемый на фабрике, содержит: 200 г/л тиосульфата натрия, 15 г/л сульфита натрия безводного, 4 мл 98%-ной уксусной кислоты. Кислотность фиксажа 6—7 мл при pH = 6,2—6,3.

Первоначальные намерения использовать применяемый на фабрике фиксаж для приготовления фиксажно-дубящих растворов не увенчались успехом. Добавление к фиксажу растворов алюмокалиевых квасцов, содержащих 5, 10, 15 и 20 г/л, сопровождалось выпадением белых хлопьев гидроокиси алюминия  $Al(OH)_3$ .

Чтобы получить прозрачные фиксажно-дубящие растворы, изучались условия создания соответствующей кислотности. Для этогоготавливались фиксажно-дубящие растворы с разными концентрациями 98%-ной уксусной кислоты (4,0, 7,0, 8,0, 9,5, 11,0 и 13,0 мл/л) при постоянных концентрациях остальных составных частей (250 г/л тиосульфата натрия, 15 г/л сульфита натрия безводного, 10 г/л алюмокалиевых квасцов).

Приготовленные растворы имели следующие значения кислотности и pH:

Концентрация уксусной кислоты, мл/л	4,0	7,0	8,0	9,5	11,0	13,0
Кислотность pH	7,0	12,0	15,0	18,0	20,0	24,0
	6,2	6,0	5,2	5,0	4,8	4,7

Неоднократные эксперименты, направленные на определение оптимальной кислотности с целью предотвратить образование гидроокиси алюминия, показали, что:

1) присутствие алюмокалиевых квасцов в фиксажно-дубящих растворах с кислотностью 7 мл приводит к выпадению осадка гидроокиси алюминия через 30 мин, а с кислотностью 12 мл — через сутки;

2) благоприятной средой для фиксажно-дубящих растворов с алюмокалиевыми квасцами является кислотность 18 мл и выше. При этих условиях обеспечивается пригодность раствора для дубления и фиксирования.

Одновременно с определением оптимальной кислотности изучался вопрос влияния значения pH на температуру плавления эмульсионного слоя. Для этой целиготавливались фиксажно-дубящие растворы, в которых обрабатывались сенситограммы, с разными значениями pH (4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 6,5; 7,0).

Зависимость между температурой плавления эмульсионного слоя и pH фиксажно-дубящего раствора показана в табл. 2.

Таблица 2

pH	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0
Температура плавления, °	56	>80	>80	65	50	45

Максимальная температура плавления эмульсионного слоя достигается при обработке цветной позитивной киноплёнки в фиксажно-дубящем растворе, имеющем pH = 4,5—5,0.

Выше шла речь об оптимальной концентрации алюмокалиевых квасцов для дубящих ванн. Теперь целесообразно уточнить концентрацию алюмокалиевых квасцов для фиксажно-дубящих растворов. Для определения этой концентрацииготавливались растворы с постоянными концентрациями

(тиосульфата натрия — 250 г/л, сульфита натрия безводного — 15 г/л, 98%-ной уксусной кислоты — 8 мл/л) и с разными концентрациями алюмокалиевых квасцов: 5, 10, 15 и 20 г/л.

Здесь необходимо подчеркнуть важность строгой последовательности в приготовлении фиксажно-дубящего раствора. В отдельных сосудах растворяют тиосульфат натрия, сульфит натрия, уксусную кислоту и алюмокалиевые квасцы. После этого растворы сульфита натрия и уксусной кислоты сливают в один бачок. Затем к раствору тиосульфата натрия небольшими порциями добавляют раствор, содержащий кислоту и сульфит натрия, и раствор квасцов.

В приготовленных фиксажно-дубящих растворах задубливались отпечатанные сенситограммы в процессе их химико-фотографической обработки.

Данные о результатах задубливания сведены в табл. 3.

Таблица 3

Концентрация квасцов, г/л	0,0	5	10	15	20
Температура плавления, °	40	50	>80	>80	>80

Так как в процессе обработки киноплёнки она заносит проявляющий раствор в фиксажную ванну, а кислотность фиксажа резко падает (что в свою очередь ведет к образованию гидроокиси алюминия), изучались условия сохранения величины рН фиксажно-дубящего раствора. С этой целью приготавливались растворы с борной кислотой, играющей вместе с уксусной кислотой роль буфера, обеспечивающего постоянную величину рН. Борная кислота взята из расчета 7,5 г/л. Растворы использовались для задубливания в течение недели, причем температура плавления задубленных образцов всегда достигала 80°.

Испытания фиксажно-дубящего раствора с борной кислотой показали, что:

1) по сравнению с раствором, не содержащим борной кислоты, он дольше сохраняет дубящее действие;

2) такой раствор может использоваться с величиной рН = 6,0;

3) в случае падения его фиксирующих

способностей дубящие свойства раствора не изменяются.

Говоря о возможности применения алюмокалиевых квасцов в качестве дубящего вещества, следует одновременно выяснить, обладают ли алюмокалиевые квасцы преимуществами перед хромокалиевыми. На этот вопрос, имеющий производственный интерес, можно ответить положительно.

Приготавливались фиксажно-дубящие растворы с концентрациями хромокалиевых квасцов 10 и 20 г/л, а также растворы с алюмокалиевыми квасцами такой же концентрации. Опыты проводились с растворами, имеющими кислотность 19,0. Средние данные экспериментов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Хромокалиевые квасцы		Алюмокалиевые квасцы	
концентрация, г/л	температура плавления, °	концентрация, г/л	температура плавления, °
10 20	36 42	10 20	>80 >80

Фиксажно-дубящие растворы с хромокалиевыми квасцами теряют со временем дубящие свойства, а растворы с алюмокалиевыми квасцами сохраняют их довольно долго.

Остановимся еще на одном вопросе, имеющем значение для применения алюмокалиевых квасцов при дублении цветных киноплёнок. Речь идет о влиянии рН дубящего раствора на цветопередачу изображений цветных позитивных киноплёнок.

Некоторые авторы указывают, что одним из недостатков применения кислых фиксажей является обесцвечивание ими голубого красителя в обрабатываемой плёнке.

Для проверки указанного суждения был проведен ряд экспериментов: экспонированные на сенситометре ЦС-2 образцы плёнки ЦП-3 обрабатывались в лабораторных условиях в алюмокалиевых фиксажно-дубящих растворах с разными значениями рН: 4,0; 5,0; 6,0; 7,0. Результаты замеров на ЦД-4 под зональными фильтрами плотности вуали  $D_0$ , плотности контрольного поля сенситограммы  $D_3$  и коэффициент контрастности приведены в табл. 5.

Данные таблицы и визуальный просмотр образцов подтверждают возможность при-

Таблица 5

pH	$D_{\text{ж}}$	$D_{\text{п}}$	$D_{\text{г}}$	$\tau_{\text{ж}}$	$\tau_{\text{п}}$	$\tau_{\text{г}}$	$D_0$ ж	$D_0$ п	$D_0$ г
4	1,93	1,78	2,29	2,6	2,7	2,6	0,1	0,07	0,08
5	1,99	1,86	2,29	2,52	2,72	2,68	0,1	0,09	0,08
6	1,85	1,83	2,11	2,8	2,76	2,66	0,1	0,09	0,08
7	1,99	1,86	2,23	2,76	2,88	2,7	0,12	0,1	0,1

менения кислых фиксажно-дубящих растворов с алюмокалиевыми квасцами при обработке цветного многослойного позитива.

### Выводы

1. Проверена возможность применения алюмокалиевых квасцов для фиксажно-дубящей ванны. Чтобы предотвратить образование в ней гидроокиси алюминия, кислотность фиксажного раствора должна быть в пределах 16—18.

2. Установлена целесообразность применения дубящих фиксажей с алюмокалиевыми квасцами, обладающих хорошей сохранностью и преимуществами перед дубящими фиксажами с хромокалиевыми квасцами.

3. Для дубящих фиксажей с алюмокалиевыми квасцами рекомендуются следующие рецепты:

### 1-й рецепт

Тиосульфат натрия кристаллич. . . . .	250 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	15 »
Уксусная кислота 98%-ная . . . . .	9,0 мл
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	10 г
Вода . . . . .	до 1 л

### 2-й рецепт

Тиосульфат натрия кристаллич. . . . .	250 г
Сульфит натрия безводный . . . . .	15 »
Уксусная кислота 98%-ная . . . . .	4,0 мл
Борная кислота . . . . .	7,5 г
Алюмокалиевые квасцы . . . . .	10 »
Вода . . . . .	до 1 л

### ЛИТЕРАТУРА

1. Миз К., Теория фотографического процесса. М.—Л., Гостеоиздат, 1949, стр. 84—90.
2. Неблит К. Б., Фотография, М., «Искусство», 1958, стр. 320—323.
3. Кириллов Н. И., Войцеховская А. М., Кириллова Н. Е., Успехи научной фотографии, 1960, 7, стр. 236—240.
4. Кириллов Н. И., Ермолаева Н. И., Крупенин Л. К., Кириллова Н. Е., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1961, № 2, стр. 81.

Киевская кинокопировальная фабрика

## О приложимости теории полива в случае использования кюветы системы Шакирова

77.021.15.01

В статье М. И. Шора и А. Я. Киселева «Приложимость расчетного метода полива к нанесению эмульсионных слоев на гибкие подложки» («Техника кино и телевидения», 1961, № 4) приводятся данные несоответствия расчетного и фактического значения коэффициента теплообмена при использовании кюветы системы Шакирова. Авторы статьи усматривают причину этого расхождения в том, что предложенный нами способ расчета коэффициента теплообмена (см. Б. В. Дерягин, С. М. Леви, «Физикохимия нанесения тонких слоев на движущуюся подложку», изд. АН СССР, 1959, стр. 63—68) носит частный характер.

Мы считаем такое утверждение несправедливым. Причина наблюдаемого авторами статьи расхождения иная, что мы и поясним ниже.

Решение уравнения теплообмена между эмульсией и подложкой мы дали в общем виде, используя уравнение Фурье. На это решение не влияют конструкция поливной кюветы и температура окружающего воздуха, как это предполагают авторы статьи. Для определения температуры эмульсии в мениске мы располагаем температурой эмульсии в поливной кювете, температурой подложки, вступающей в контакт с эмульсией при поливе (примерно равной температуре окружающего воздуха) и скоростью движения подложки. Таким образом, конструкция кюветы будет определять только необходимую для расчета наноса температуру эмульсии при поливе.

Принимая во внимание фактические значения указанных температур, расчет проводят следующим образом. В процессе полива подложка с температурой  $t_n$ , движущаяся со скоростью  $U$  по плоскости  $x=0$ , вступает в контакт с эмульсией, имеющей температуру  $t_0$ , причем  $t_0 > t_n$ . В результате создается отрицательный поток тепла от подложки к эмульсии, который снижает температуру эмульсионного слоя в мениске до  $t$ , причем  $t_0 > t > t_n$ . Так как критерий Пекле задачи малый, можно пренебречь конвекцией и рассматривать одномерную задачу теплопроводности.

Рассмотрим истинную причину наблюдающегося расхождения.

Для решения задачи расчетного метода полива М. И. Шор использовал уравнения полива

$$H = K(\eta \cdot U)^{2/3}, \quad (1)$$

где:  $H$  — нанос эмульсии;  $\eta$  — вязкость;  $U$  — скорость движения подложки;

$$K = \frac{0,603 \dots}{(1 - \cos \alpha')^{1/2} (\rho g)^{1/2} \sigma^{1/6}}, \quad (2)$$

где  $\alpha'$  — угол выхода подложки из эмульсии;  $\rho$  — плотность эмульсии;  $\sigma$  — поверхностное натяжение эмульсии;  $g$  — постоянная сила тяжести.

Уравнение полива (2) предполагает, что мениск образуется между горизонтальной поверхностью эмульсии в кювете и поверхностью подложки (рис. 1). При использовании кюветы системы Шакирова мениск образуется в узком зазоре между подложкой и острой гранью кюветы. В результате уменьшается радиус кривизны  $R$  мениска (рис. 2), что делает неприменимым уравнение (1),

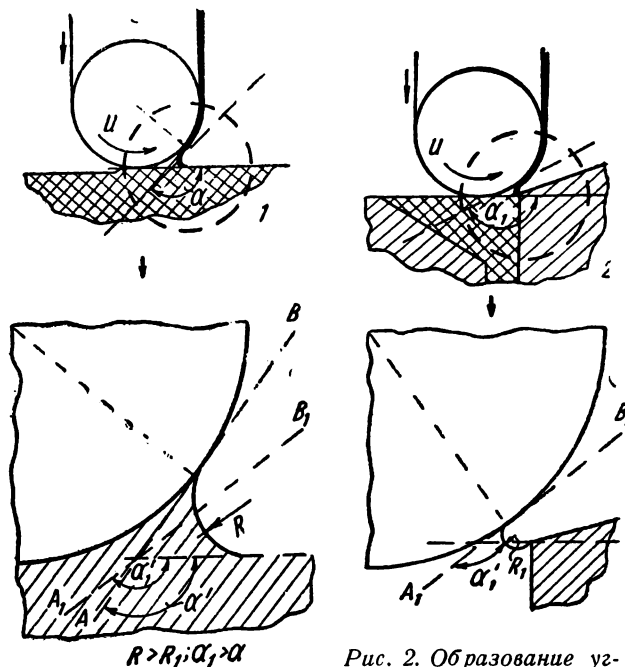


Рис. 1. Образование угла  $\alpha$  и мениска 1 при смачивании подложки эмульсией, образующей узкий зазор между подложкой и горизонтальное зеркало

Рис. 2. Образование угла  $\alpha$  и мениска 2 при смачивании подложки эмульсией, образующей узкий зазор между подложкой и гранью кюветы

и тогда должно быть взято следующее уравнение полива:

$$H = 1,32 \dots R \left[ \frac{U}{\sigma} \right]^{2/3}. \quad (2a)$$

Как известно, форма мениска определяется уравнением

$$1 - \cos \alpha' = \frac{\sigma}{2\rho g} \cdot \frac{1}{R}. \quad (3)$$

Следовательно, величина  $(1 - \cos \alpha')$  с уменьшением радиуса кривизны будет возрастать, а коэффициент  $K$ , вычисленный по уравнению (2), уменьшается при  $H = \text{const}$ . Поэтому, прилагая теорию полива для расчета режима полива для кюветы системы Шакирова, необходимо: во-первых, определить коэффициент теплообмена по известному уравнению<sup>1</sup>; во-вторых, при использовании расчетного метода по способу М. И. Шора пересчитать величину коэффициента  $K$ , полагая, что для кюветы системы Шакирова значительно уменьшается радиус кривизны.

Используя данные табл. 6 рассматриваемой статьи М. И. Шора и А. Я. Киселева, мы произвели расчеты, полагая, что величина коэффициента теплообмена  $\alpha$  рассчитана авторами правильно, а постоянная  $K$  — неправильно.

Чтобы найти правильное значение  $K$ , сделаем следующие преобразования.

Для вывода расчетных номограмм М. И. Шор использовал уравнение

$$\lg 2\alpha = -0,5 \cdot 10^{-3} \frac{H \cdot \sqrt{U}}{\sqrt{l}}, \quad (4)$$

где:  $l$  — длина контакта между подложкой, проходящей по поливному валику, и эмульсией в поливной кювете. Заменяя значение  $H$  из уравнения (1), получаем

$$\lg 2\alpha = -0,5 \cdot 10^{-3} \frac{K \cdot (\eta U)^{2/3} \sqrt{U}}{\sqrt{l}}, \quad (5)$$

или

$$\lg 2\alpha = K \cdot A, \quad (5a)$$

где

$$A = -0,5 \cdot 10^{-3} (\eta U)^{2/3} \frac{\sqrt{U}}{\sqrt{l}}; \quad (5b)$$

<sup>1</sup> Б. В. Дерягин, С. М. Леви, Физико-химия нанесения тонких слоев на движущуюся подложку, стр. 64—65, уравнения (V, 11) и (V, 13).

из (5) следует

$$A = \frac{\lg 2\alpha}{K}. \quad (6)$$

Для кюветы системы Шакирова коэффициент теплообмена может быть выражен уравнением

$$\lg 2\alpha_1 = AK_1, \quad (7)$$

где  $K_1$  определяется уравнениями (2), а  $A$  — уравнением (5b). Как следует из уравнения (5b), значение  $A$  будет одинаково для обоих типов кювет, т. е., заменяя величину  $A$  из уравнения (6), получаем

$$\lg 2\alpha_1 = \frac{\lg 2\alpha}{K} K_1, \quad (8)$$

или

$$\frac{K}{K_1} = \frac{\lg 2\alpha}{\lg 2\alpha_1}. \quad (9)$$

Из данных Шора следует, что  $\alpha = 0,345$ ,  $\alpha_1 = 0,28$ ; откуда находим, что  $K : K_1 = 0,68$ . Из уравнения (2) следует, что при изменении величины  $K$  при постоянных значениях величин наноса и вязкости эмульсии

$$\frac{K}{K_1} = \left( \frac{U_1}{U} \right)^{2/3}. \quad (10)$$

В свою очередь из уравнения (2a), определяющего условия полива в узком зоре, т. е. приложимого к случаю кюветы системы Шакирова, следует, что

$$\frac{R_1}{R} = \left( \frac{U_1}{U} \right)^{2/3}. \quad (11)$$

Из уравнений (10) и (11) можно вывести, что

$$\frac{K}{K_1} = \frac{R_1}{R} = 0,68. \quad (12)$$

По нашим данным<sup>1</sup>, радиус кривизны при плоском зеркале эмульсии равен 0,25 см, следовательно, радиус кривизны в случае использования кюветы системы Шакирова равен 0,17 см.

Таким образом, критические замечания в наш адрес в статье М. И. Шора и А. Я. Киселева основаны на двояком заблуждении, и полученные ими экспериментальные результаты полностью согласуются с нашей теорией полива и с общепринятыми методами расчета теплообмена, использованными нами без изменения теории.

<sup>1</sup> Б. В. Дерягин, С. М. Леви, Светочувствительные материалы, сб., изд. НИКФИ, стр. 69.

## НА КИНОСТУДИЯХ

### Использование денситометров для измерения повышенных плотностей фонограммы

778.534.453 : 771.534.531

С появлением пленки ЗТ-7 возникла необходимость измерения оптической плотности фонограммы до  $D=4$ . Ввиду того что существующие приборы позволяют производить замеры только до  $D=3$ , на Московской киностудии научно-популярных фильмов были использованы имеющиеся денситометры с расширением предела измерения плотностей до  $D=4$  и выше. Достигается это тем, что настройка нулевой точки прибора производится при некоторой оптической плотности, введенной дополнительно, величина которой характеризует коэффициент увеличения для данного прибора.

Этот метод применим для денситометров всех типов, причем в приборах с достаточ-

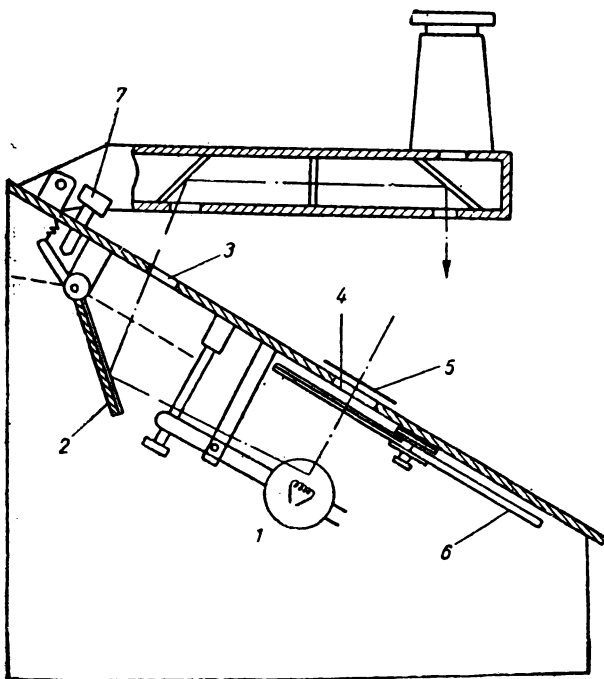
ным запасом освещенности, например в денситометре ДФЭ-10, не требуется никаких переделок, кроме нанесения новых цифровых значений в нижней части существующей шкалы.

В приборах типа «Кэпстаф» со слабой освещенностью оптической системы необходимо увеличить яркость сравниваемых полей. Повышение яркости может быть достигнуто усилением светового потока: а) проникающего через оптический клин (см. рисунок); б) отражаемого на окулярное зеркало. Для этого необходимо: 1) лампу денситометра 1 настроить имеющимися в приборе средствами на максимальную яркость; 2) на пути светового потока, идущего к окулярному зеркалу, установить поворотное плоское или вогнутое зеркало-заслонку 2; 3) предметное молочное стекло 3 и такое же стекло, передающее световой поток к окулярному зеркалу 4, заменить мелкозернистыми матированными с двух сторон стеклами.

Достижимое увеличение яркости сравниваемых полей позволяет ввести в измерения некоторую дополнительную оптическую плотность 5, числовое значение которой прибавляется при измерениях к показаниям существующей шкалы денситометра.

#### Настройка и работа прибора

На предметное стекло 4 прибора, отъюстированного обычным способом при максимальной яркости фотометрируемых полей, накладывается для промера оптическая плотность 5, которая принимается за эталон. Плотность может иметь известную или неизвестную величину. В последнем случае она промеряется этим же денситометром. Желательно, чтобы величина ее была



округлена (например,  $D=1,0$ ;  $D=1,5$ ). Число, которое получено в результате промера, является поправочным коэффициентом прибора при данной плотности, принятой за эталон.

Последующая операция — настройка прибора на новое значение нулевой точки. Не снимая эталонной плотности с предметного стекла 4, возвращаем диск 6 к нулевому штриху. Поворотом винта 7 изменяем угол наклона зеркала-заслонки 2, уравнивая яркость поля сравнения с яркостью центрального поля и добиваясь фотометрическо-

го равенства полей. Зеркало в данном случае выполняет функцию заслонки (положение указано пунктиром), уменьшая световой поток, идущий к окулярному зеркалу. После установки нулевой точки эталонная плотность снимается с предметного стекла. На этом подготовка прибора к работе заканчивается. Последующая периодическая проверка нулевой точки приборов производится с наложенной на предметное стекло эталонной плотностью.

Е. В. КСАНДРОВ, Б. П. ЧЕРНЯВСКИЙ

## НА ТЕЛЕЦЕНТРАХ

### Электрический кнопочный переключатель

621.316.543

В электрическом кнопочном переключателе исполнительными и фиксирующими элементами служат электромагнитные реле, а механическими посредниками — пружинные телефонные кнопки. Обмотки всех реле включаются последовательно, и каждая из них в нерабочем состоянии закорачивается парой контактов пружинной кнопки и собственными нормально замкнутыми блок-контактами (рис. 1). После подачи на кнопочник напряжения питания нажатием любой кнопки включается обмотка соответствующего реле, и его якорь, притягиваясь, размыкает свои блок-контакты. Благодаря этому при отпущенной кнопке реле остается включенным (до нажатия любой другой кнопки). Нажатие следующей кнопки приводит к включению обмотки второго реле последовательно с обмоткой первого реле.

Рассмотрим сначала работу электрического кнопочника без балластных нагрузок  $L_6$ . Половины питающего напряжения недостаточно для удержания якоря первого реле в притянутом положении. Поэтому якорь отпускается и блок-контакты замыкают обмотку первого реле. Все напряжение оказывается приложенным к обмотке

второго реле, и, поскольку контакты его пружинной кнопки еще не замкнуты, реле срабатывает.

Для повышения надежности работы кнопочника параллельно блок-контактам каждого реле включают балластные нагрузки, роль которых обычно выполняют сигнальные лампочки.

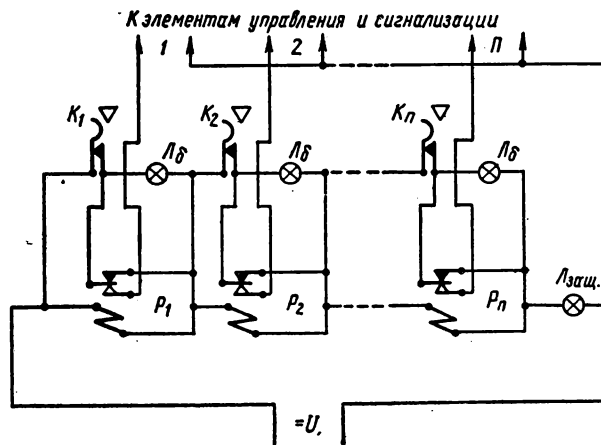


Рис. 1. Схема электрического кнопочного переключателя





## 8-мм КИНОСЪЕМОЧНЫЙ АППАРАТ «ЭКРАН»

778.534

Татарский совнархоз начал серийный выпуск 8-мм кассетного киносъемочного аппарата «Экран». Этот миниатюрный, удобный и надежный в работе аппарат сразу же получил признание кинолюбителей. Небольшие («карманные») габариты (105×98×38 мм) и малый вес (около 600 г) делают «Экран» незаменимым в экспедициях, туристских походах, отпуске, на прогулке.

ны резкости находится на следующих расстояниях:

Диафрагма	2,8	4	5,6	8	11	16
Резкость (в м) от	2,2	1,7	1,35	1,05	0,9	0,6

Объектив имеет резьбу для ввертывания светофильтров и насадочных линз. В комплект входят нейтрально-серый четырехкратный светофильтр НС-9, фильтр ЖС-17 и линза в 3 диоптрии для съемки на расстоянии менее 0,7 м. Пере-

ходная муфта позволяет использовать светофильтры и широкоугольную насадку от киноаппарата «Адмирал». В недалеком будущем предполагается выпускать к «Экрану» теленасадку и широкоугольный объектив.

«Экран» имеет ряд нововведений и принадлежностей, которые позволяют полнее использовать возможности любительского киноаппарата. Благодаря использованию кассет перезарядка аппарата производится быстро и просто. В любую минуту можно заменить один вид пленки другим в зависимости от условий съемки и желания оператора: черно-белую — цветной, малочувствительную для съемки на ярком свете — высокочувствительную, обратимую — позитивной для съемки титров и т. д. Зарядка пластмассовых кассет, очень простых по конструкции, производится заблаговременно в темном помещении или мешке.

Для зарядки кассет применяется пленка 1×8 мм в расфасовке по 10 м. Однако можно использовать и пленку 2×8 мм, разрезав ее обычным резакон вдоль и намотав рулончики на стандартные бобышки эмульсионной стороной наружу.

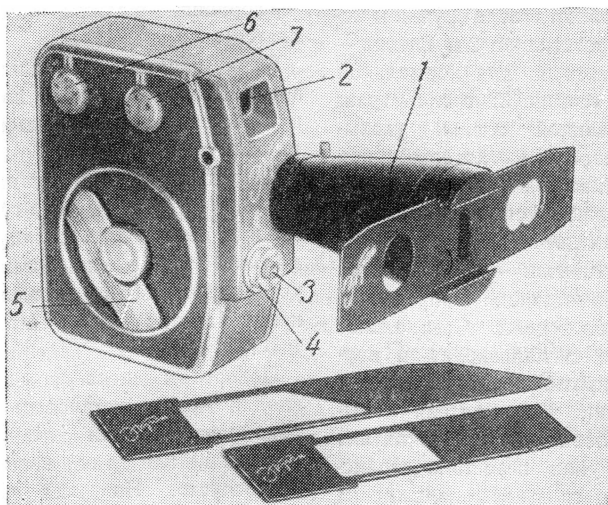


Рис. 1. Киноаппарат «Экран»:

- 1 — насадка для масок и шторок; 2 — окно видоискателя;  
3 — спусковая кнопка; 4 — кольцо установки режима съемки;  
5 — заводной ключ; 6 — счетчик метража; 7 — шайба установки частоты съемки

По своим параметрам «Экран» относится к среднему типу любительских киноаппаратов. Он имеет жестко закрепленный объектив «Триплет» 1:2,8/12,5 мм, отъюстированный на гиперфокальное расстояние. Никакой дополнительной фокусировки объектива при съемке не требуется: в зависимости от установленного значения диафрагмы передняя граница зо-

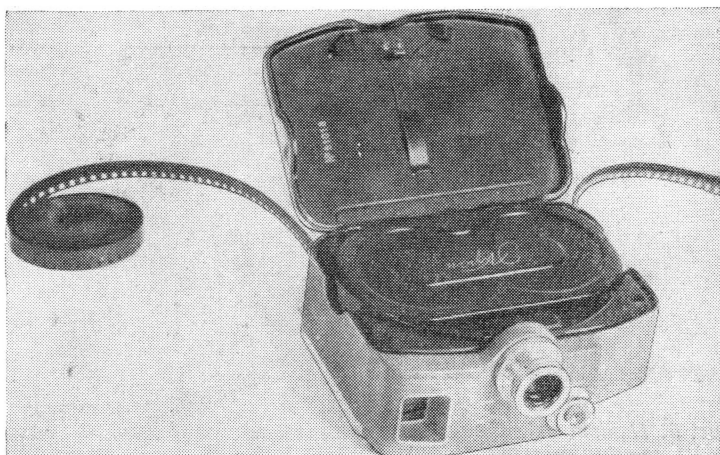


Рис. 2. Киноаппарат «Экран» заряжен для съёмки копии с готового фильма

Габариты кассеты:  $97 \times 55 \times 11$  мм, вес с пленкой 53 г.

В отличие от аппаратов  $2 \times 8$  мм, где при зарядке на свету используется лишь 7,5 м пленки, кассета «Экрана» позволяет экспонировать все 10 м, что при нормальной частоте съемки 16 кадр/сек соответствует 2,5 мин непрерывной съемки.

Возможность в любое время вынуть кассету с пленкой из аппарата облегчает очистку фильмового тракта от пыли, которая так часто вредит качеству изображения в любительских фильмах. Вынув кассету и сняв с фиксирующих штифтов прижимную планку фильмового канала, можно с помощью призмы проверить кадрировку в окне при макросъемках или при изготовлении титров, когда нельзя использовать видоискатель.

У аппаратов последних выпусков в задней стенке корпуса имеются два прореза, через которые будет проходить уже обработанный фильм при печати с него копии на неэкспонированную пленку, находящуюся в кассете; таким важным качеством не обладает ни одна другая модель любительских киноаппаратов.

Корпус аппарата имеет штативное гнездо со стандартной резьбой и паз для точного фиксирования камеры на титровом или мультипликационном станке — также очень нужное и полезное нововведение.

Для ношения в руке предусмотрен удобный ременный браслет с резьбовой пробкой, которая ввертывается в штативное гнездо аппарата.

Прочная красивая окраска и полированные металлические кромки способствуют хорошей сохранности «Экрана».

При полном заводе пружины механизм протягивает 2 м пленки — этого достаточно для нормальной съемки в течение 32 сек. Метраж экспонированной пленки указывается счетчиком, который при зарядке киноаппарата новой кассетой нужно устанавливать на нуль. Каждые 4 сек раздается слабый щелчок — акустический сигнал, помогающий определять длительность сцены. Специальное устройство сигнализирует о нормальном протягивании пленки — в поле зрения видоискателя «ныряет» флажок (как только пленка кончилась или перестала транспортироваться из-за повреждения

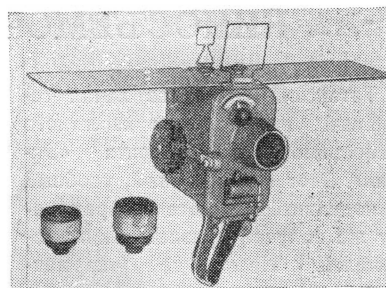


Рис. 4. Бокс для подводной съемки. Рядом широкоугольная насадка  $0,5 \times$  и теленасадка  $2 \times$

перфорации, флажок останавливается).

Если киноаппарат длительное время не используется, надо вынуть кассету с пленкой и спустить пружину.

Широкий диапазон частот съемки (8, 16, 24 и 48 кадр/сек) позволяет производить наряду с нормальной также замедленную и ускоренную съемку, причем изменение частоты может быть плавным.

Поворотом диска у спусковой кнопки можно установить режим покадровой съемки для мультипликации, или так называемый «автоспуск». На всех режимах можно пользоваться стандартным тросиком, ввертываемым в резьбу спусковой кнопки. Тросик безусловно необходим при съемке титров или со штатива.

Возможности киноаппарата значительно расширяются благодаря выпуску дополнительных принадлежностей: ручки для обратной отмотки пленки при вытеснениях и трюках, поводка на установочное кольцо объектива для затемнений, тубуса с масками и шторками, герметического бокса для подводных съемок.

Хочется пожелать, чтобы завод ускорил выпуск афокальных насадок и проявочных бачков. Совершенно необходимы также дополнительные кассеты, так как трех кассет, входящих в комплект «Экрана», явно недостаточно.

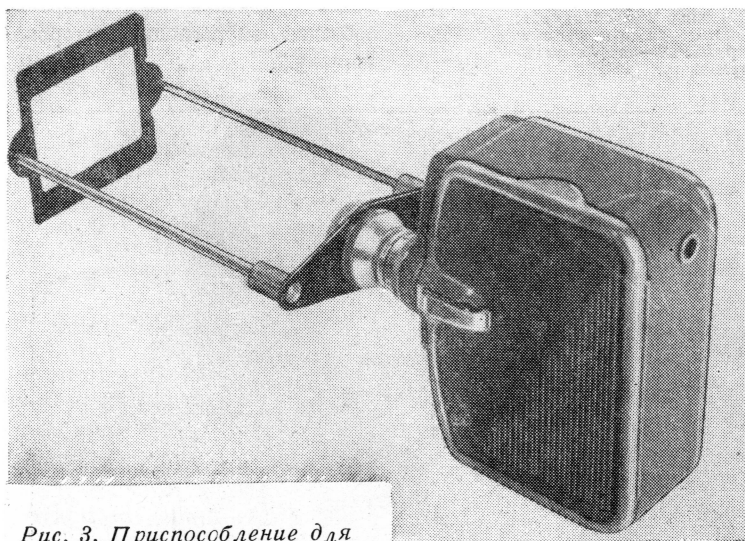


Рис. 3. Приспособление для съемки титров

## О КОНСТРУКТИВНЫХ НЕДОСТАТКАХ КИНОАППАРАТА 16-СП

778.53.019

Кинооператор дорожной лаборатории Львовской железной дороги инженер И. М. Рабинович обратился в редакцию с письмом, где сообщил о ряде конструктивных недостатков в киносъемочном аппарате 16-СП.

«Выпущенные киносъемочные аппараты 16-СП не оправдали ожиданий кинооператоров, — пишет т. Рабинович. — С первых же дней эксплуатации выявилось большое количество недостатков нового аппарата.

Очень серьезные нарекания вызывают кассеты. Они с трудом входят в аппарат, на полированных поверхностях кассет скоро появляются глубокие царапины. Оказалось, что муфта сцепления привода аппарата с кассетой утапливается недостаточно и не дает кассете выйти из аппарата. Аппарат снабжен кассетами емкостью 30 и 60 м. Конструкция 60-м кассет оказалась неудачной: пружинные пассики плохо подматывают пленку.

Слишком большой люфт при-

жимной рамки вызывает перекосы и заклинивание пленки в аппарате.

Мощность двигателя недостаточна. При съемке с частотой 24 кадр/сек, когда отснято 15—20 м пленки, аппарат с места не берет. Это создает большие трудности при хроникальных съемках.

Возможности аппарата сильно ограничены ступенчатой регулировкой угла открытия obturator'a, а также отсутствием ручного и пружинного приводов. Завод-изготовитель мог бы выпускать эти приводы отдельно и поставлять по требованию заказчиков, как это делается для киносъемочного аппарата «Конвас-автомат».

Вызывает неудобство отсутствие колец крепления наплечного ремня и рукоятки для съемки с рук.

Некоторые приспособления к аппарату, например приставной затемнитель, не рассчитаны на объективы с  $F=10$  мм и  $F=15$  мм.

Размеры компендиума выбраны так, что его невозможно использовать с объективами, где  $F=10$

и  $F=15$  мм, хотя эти объективы наиболее подвержены засветке прямым светом.

Компендиум имеет рамку только для установки фильтров, а рамки для масок и кашетирования не выпускаются.

Редакция познакомила с этим письмом работников предприятия—изготовителя киносъемочного аппарата 16-СП. Вот что ответил на запрос редакции заместитель начальника конструкторского бюро этого предприятия Г. И. Зубовский.

«Наша организация освоила выпуск 16-мм киносъемочных аппаратов профессионального типа по чертежам Московского конструкторского бюро киноаппаратуры (МКБК).

Указанные И. М. Рабиновичем замечания в основном справедливы.

В настоящее время разрабатываются мероприятия по улучшению качества работы и устранению недостатков в конструкции аппарата 16-СП».

Т. В. ДЕРБИШЕР

## КИНОПРОЕКЦИОННЫЕ УГЛИ

778.23

Приводятся сведения о кинопроекционных углях высокой интенсивности, выпускаемых в настоящее время в США и в некоторых европейских странах.

Даны значения полезных световых потоков кинопроекторов при использовании рассматриваемых углей.

За последнее десятилетие (особенно в связи с появлением и распространением широкоэкранного кинематографа) сильно возросли требования к увеличению световых потоков кинопроекторов, что привело к разработке новых кинопроекционных углей.

Применение новых невращающихся омедненных углей высокой интенсивности позволило в 2—2,5 раза увеличить световые потоки кинопроекторов, т. е. довести их до 6,0—7,0 тыс. лм. Для получения больших световых потоков были разработаны и получили значительное распространение неомедненные вращающиеся угли. Если эти угли применялись в сочетании с отражательными оптическими осветительными системами с увеличенным относительным отверстием (до 1:1,6), то полезный световой поток повышался до 20—25 тыс. лм.

В разных странах выпускается большое количество типов углей. Ниже приведены характеристики некоторых из этих углей, измеренные в Светотехнической лаборатории НИКФИ.

### 1. Геометрические размеры углей

В табл. 1 приведены основные размеры испытанных углей. Специально разработанные для широкоэкранной проекции угли (например, «Церелайт» 10 мм или «Мирио-Б» и «Мирио 3Д»), работающие в форсированном режиме, имеют увеличенную длину (455—500 мм). У всех углей длина неомедненной части равна высоте конуса заточки и составляет 8—10 мм; благодаря этому обеспечивается быстрое

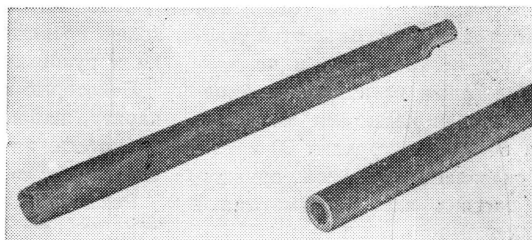


Рис. 1. Форма концов положительных углей «Ультрекс»

установление рабочего режима. Угли итальянские, французские и ФРГ, кроме того, имеют подготовленный кратер, поэтому уменьшается бросок тока и образование копоти при зажигании. Английские угли не имеют подготовленного кратера. У всех иностран-

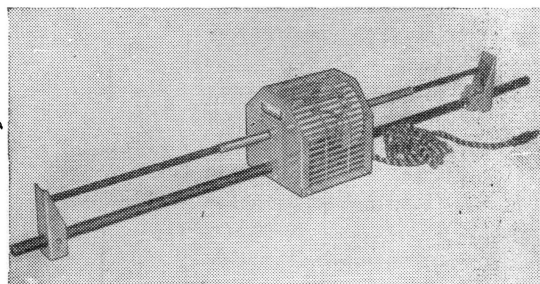


Рис. 2. Склейка концов углей в трубчатой печи

Таблица 1  
Основные геометрические размеры углей

Страна, производящая угли	Марка углей	Диаметр, мм		Длина, мм		Высота конуса заточки, мм		Подготовлен ли кратер	Примечания
		положительного	отрицательного	положительного	отрицательного	положительного	отрицательного		
1. Невращающиеся омедненные угли									
США	„Супрекс“	8	7	355	230	8	8	Да	—
Франция	„Орлюкс“	7	6	305	230	8	8	„	Дополнительно покрыты алюминием
„	„	8	7	305	230	38	8	„	—
„	„	9	8	305	230	10	8	„	—
„	„	10	8	305	230	10	8	„	—
Англия	„Черекс“	8	7	305	230	10	10	Нет	—
„	„	9	7,5	305	230	10	10	„	—
„	„	10	8	305	230	10	10	„	—
„	„Черелайт“	8	6,5	305	230	10	6,0	„	—
„	„	9	7,5	305	230	10	10	„	—
„	„	10	8	455	230	10	10	„	—
Италия	„Мирио Б“	9	7,5	455	270	10	8	Да	—
„	„Мирио 3Д“	8	7	455	270	10	8	„	Дополнительно хромированы
„	„Мирио 3Д“	9	8	455	305	10	10	„	„
„	То же	10	8	500	305	10	10	„	„
ФРГ	„Зола Ультра“	9	8	455	305	10	10	„	„
„	„	10	8	455	305	10	10	„	„
„	„Зола Эффект“	10	8	455	305	10	10	„	„
„	„Зола Дуплекс“	10	8	455	305	10	10	„	„
„	„Зола Специаль“	10	8	455	305	10	10	„	„
2. Неомедненные угли									
Англия	„Хайлюкс“	9	8*	555	305	3	10	Нет	„
Франция	„Орлюкс“	10	8*	555	305	3	10	Да	„
„	„	11	10	555	305	3	10	„	„
США	„Ультрекс“	10	11**	432	300	—	30	Углубление на 12 мм на одном конце и выступ на другом для сочленения углей	„
„	„	12	—	433	305	Отсутствует	30	То же	То же
„	„Хитекс“	13,6	—	560	—	—	—	„	„
* Отрицательный уголь омеднен.									
** При использовании в дуговой лампе с воздушным дутьем.									

\* Отрицательный уголь омеднен.

\*\* При использовании в дуговой лампе с воздушным дутьем.

нением яркости, однако место соединения углей (рис. 3) остается механически прочным.

Угли разных фирм при одинаковом внешнем диаметре угля несколько различаются диаметром фитиля. Вращающиеся угли «Орлюкс» имеют, как и омедненные угли, набивной фитиль. У углей «Хитекс» и «Ультрекс» фитиль вставной.

## 2. Омеднение углей

Все невращающиеся угли, предназначенные для работы в упрощенных дуговых лампах, имеют медную оболочку. У углей «Мирио 3Д» поверх меди нанесен очень тонкий слой хрома, защищающий медное покрытие от окисления при хранении и работе в дуговой лампе. Действительно, после горения углей «Мирио 3Д» при максимально допустимом токе длина окисленного участка не превышает 2—3 см, а у углей без хромового покрытия она в два (и более) раза выше.

В табл. 2 приведены значения сопротивления медной оболочки углей.

Сопротивление измерялось на участке длиной 50 мм в нескольких местах по длине угля. Эти измерения показали большую однородность омеднения по всей длине угля.

Из табл. 2 следует, что наибольшее сопротивление медной оболочки (при равных диаметрах) имеют угли «Орлюкс». При указанных в этой таблице

ных углей отсутствует незафитиленный участок на конце угля.

Для использования остающихся огарков концам углей «Ультрекс» придана специальная форма (рис. 1). На передней части угля есть углубление по размеру фитиля, которому соответствует выступ на другом конце угля. Как углубление, так и выступ имеют слегка коническую форму. Склейка соединенных концов углей с помощью специального клея происходит в трубчатой печи (рис. 2). Горение склеенного участка сопровождается лишь небольшим изме-

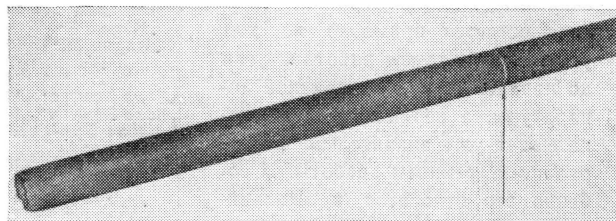


Рис. 3. Вид склеенного угля «Ультрекс» (стрелка указывает место склейки)

**Таблица 2**  
**Соппротивление медной оболочки углей**  
**на участке длиной 50 мм**

Марка углей	Диаметр углей, мм		Соппротивление медной оболочки, миллиомы	
	положительного	отрицательного	положительного	отрицательного
„Орлюкс“ . . . . .	8	7	0,7	0,8
„Черекс“ . . . . .	8	7	0,6	0,68
„Черелайт“ . . . . .	8	6,5	0,54	0,68
„Мирио 3Д**“ . . . . .	8	7	0,68	0,58
„Орлюкс“ . . . . .	9	8	0,6	0,7
„Черекс“ . . . . .	9	7,5	0,6	0,5
„Черелайт“ . . . . .	9	7,5	0,36	0,5
„Мирио Б“ . . . . .	9	7	0,5	0,58
„Мирио 3Д**“ . . . . .	9	8	0,52	0,42
„Орлюкс“ . . . . .	10	8	0,42	0,7
„Черекс“ . . . . .	10	8	0,34	0,48
„Черелайт“ . . . . .	10	8	0,34	0,48
„Мирио 3Д**“ . . . . .	10	8	0,32	0,24

\* Суммарное сопротивление медной оболочки с хромированным слоем.

значениях сопротивления медной оболочки углей падение напряжения на всей длине угля составляет примерно 0,3 в, а выделяющаяся мощность — от 20 до 40 вт.

### 3. Электрический режим работы и основные характеристики углей

Основные характеристики углей приведены в табл. 3. Все иностранные фирмы указывают интервал значений силы тока, при котором могут работать угли. Поэтому в табл. 3 все характеристики даны для двух значений тока, соответствующих верхней и нижней границе интервала рабочих значений. Нижняя граница силы тока остается примерно на том уровне, на котором работали угли до появления широкоэкранный аппаратуры, а верхняя граница показывает уже значительно форсированные режимы работы. Особенно это относится к итальянским углям «Мирио 3Д» для широкоэкранный кинопроекции, ра-

ботающим при наибольшей для невращающихся омедненных углей плотности тока.

Вращающиеся угли характеризуются также значительным повышением рабочей плотности тока (довоенные угли высокой интенсивности работали при плотности тока примерно 75 а/см<sup>2</sup>). В этом смысле особенно выделяются угли «Ультрекс», работающие при чрезвычайно большой плотности тока, достигающей 200 а/см<sup>2</sup>. От так называемых «обычных» углей высокой интенсивности угли «Ультрекс» резко отличаются малой величиной удельного электрического сопротивления, составляющей всего около 10 ом·мм<sup>2</sup>/м.

Чтобы судить о преимуществах того или иного типа углей в отношении экономичности, с которой достигается определенный уровень яркости, была произведена оценка испытанных углей по величине удельного расхода положительного угля.

Под удельным расходом мы понимаем отношение скорости сгорания положительного угля в мм/час к яркости центральной зоны кратера этого угля в меганитах. Так как величина удельного расхода зависит и от значения яркости, при которой он определяется, то это определение для углей каждого диаметра было произведено при одинаковой яркости. На рис. 4 показан ход кривых удельного расхода анода в зависимости от яркости для английских углей «Черелайт», которые, как и угли «Черекс», по-

**Таблица 3**  
**Основные характеристики углей**

Марка углей	Диаметр, мм		Электрический режим		Плотность тока, а/см <sup>2</sup>	Яркость центра кратера, Мнт	Скорость сгорания положительного угля, мм/час	Глубина кратера, мм
	положительного	отрицательного	сила тока, а	напряжение дуги, в				
Невращающиеся угли								
„Супрекс“	8	7	60—65	34—36	120—130	560—600	310—350	3—4
„Орлюкс“	8	7	60—70	25—34	120—140	220—480	130—315	1,4—2,7
„ . . . . .“	9	8	75—85	38—43	118—134	500—660	230—400	3,0—4,2
„ . . . . .“	10	9	80—100	37—47	102—127	430—800	200—530	2,2—5,3
„Черекс“	8	7	50—65	36—42	100—130	490—980	180—560	2,5—4,8
„ . . . . .“	9	7,5	65—75	42—46	102—118	650—930	310—620	3,8—6,4
„ . . . . .“	10	8	70—80	35—40	90—102	300—550	170—310	1,4—4,0
„Черелайт“	8	6,5	55—70	36—43	110—140	470—980	210—500	2,5—4,0
„ . . . . .“	9	7,5	75—85	42—48	118—134	720—950	340—550	2,9—4,1
„ . . . . .“	10	8	75—100	38—58	95—127	420—850	170—530	2,5—6,1
„Мирио Б“	9	7,5	65—80	40—48	102—126	530—760	340—510	4,2—6,3
„Мирио 3Д“	8	7	60—80	33—49	120—160	520—106	220—810	2,1—6,5
„ . . . . .“	9	8	75—95	43—53	118—150	640—1030	330—890	3,6—8,0
„ . . . . .“	10	8	90—110	47—55	115—140	650—980	330—980	4,0—9,5
„Зола Ультра“	10	8	80—100	49—51	102—127	540—840	250—610	4,0—8,0
„Зола Эффект“	10	8	80—100	42—60	102—127	580—870	270—790	2,7—5,0
„Зола Дуплекс“	10	8	80—100	47—55	102—127	520—840	250—500	3,5—5,5
„Зола Специаль“	10	8	80—100	48—60	102—127	540—950	260—680	4,5—6,5
„Орлюкс“	11	10	100—120	60—65	91—108	540—830	250—430	3,7—5,5
„Хитекс“	13,6	11	150—180	50—62	120—145	380—680	210—485	2,3—6,6
„Ультрекс“	12	11	200—220	67—77	176—200	780—1120	—1500	—

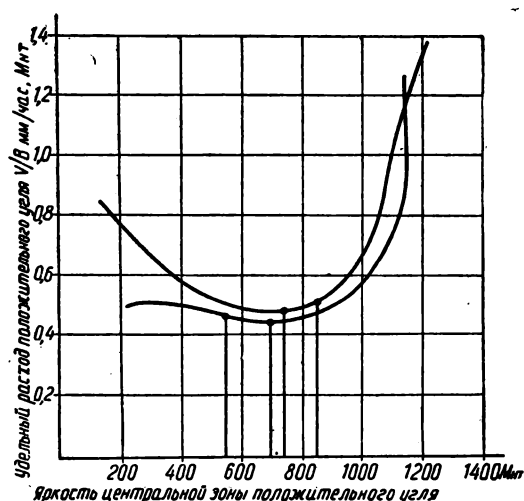


Рис. 4. Зависимость удельного расхода положительных углей «Черелайт» от яркости; диаметр углей 8 и 9 мм

расходу положительного угля являются наиболее экономичными.

Кривые рис. 4 показывают, что рабочие режимы углей лежат в зоне минимального расхода анода.

Сравнительные значения удельного расхода положительных углей разных марок приведены в табл. 4.

У вращающихся углей высокой интенсивности обычного типа (таких, как «Орлюкс» и «Хитекс») значения удельного расхода положительного угля находятся в тех же пределах, что и у невращаю-

Таблица 4  
Удельный расход положительных углей разных марок

Марка углей	Диаметр, мм	Яркость положительного угля, мкВт/мм²	Сила тока, при которой достигается указанная яркость, а	Удельный расход положительного угля, мг/час
«Супрекс»	8	600	62	0,53
«Орлюкс»	8	600	75	0,67
«Черекс»	8	600	53	0,40
«Черелайт»	8	600	58	0,45
«Мирио 3Д»	8	600	65	0,50
«Орлюкс»	9	850	93	0,71
«Черекс»	9	850	73	0,59
«Черелайт»	2	850	80	0,51
«Мирио Б»	9	850	89	0,72
«Мирио 3Д»	9	850	85	0,63
«Орлюкс»	11	540	100	0,46
«Хитекс»	13,6	830	120	0,52
«Ультрекс»	12	380	150	0,55
		680	180	0,71
		1120	220	1,34

щихся. Угли «Ультрекс», работающие при значительно большем уровне яркости, имеют увеличенный удельный расход положительного угля.

Таблица 5  
Световой поток кинопроекторов с различными углями высокой интенсивности

Марка углей	Диаметр, мм	Кинопроектор	Вид кинопроекции	Оптическая система осветителя	Сила тока, а	Полезный световой поток, лм
«Орлюкс»	8	КПТ-1	Обычная	Отражатель диаметром 358 мм	70	4 500
«Орлюкс»	9	.	.	1:2,18	75	4 300
.	.	.	.	.	85	6 000
«Орлюкс»	10	.	.	.	80	4 500
.	.	.	.	.	100	7 200
«Орлюкс»	10	РН-99	.	Отражатель диаметром 540 мм; 1:1,8	80	8 300
					100	13 000
«Черекс»	10	.	.	То же	80	7 500
«Хитекс»	13,6	«Филипс» F-VII	Широкоформатная	Конденсорная 1:2,0	180	15 000
«Ультрекс»	10	«Симплекс»	.	Отражатель диаметром 540 мм; 1:2,0	160	29 000

В табл. 5 даны значения полезных световых потоков кинопроекторов с некоторыми из испытанных киноуглей.

Современная тенденция роста светового потока кинопроекторов связана с дальнейшим повышением рабочей плотности тока углей, особенно в дуге с воздушным дутьем. В настоящее время верхний предел рабочей плотности для киноуглей определяется продолжительностью непрерывного горения одного экземпляра положительного угля, поскольку это время не может быть меньше времени демонстрации одной части кинофильма. Однако и в этом отношении делаются попытки преодолеть имеющиеся трудности путем применения магазинной подачи углей. При удачном конструктивном решении такого механизма фактором, ограничивающим повышение рабочей плотности тока, будет уже не скорость сгорания углей, а возможность и целесообразность применения достаточно надежных средств защиты фильма от перегрева в фильмовом канале.



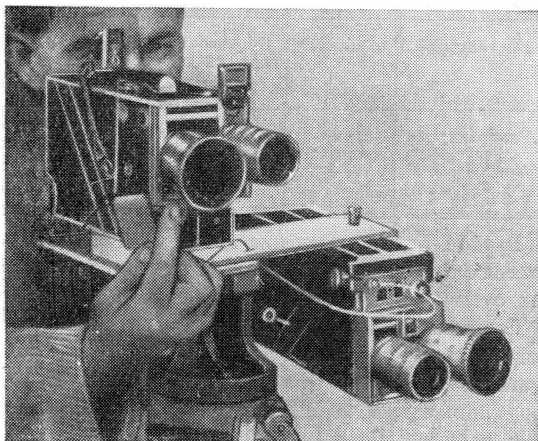
# РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

## Съемка и проекция кинофильмов

771.315

**Киносъемка двумя камерами, Ф. Фостер, American Cinematographer, 1962, 43, № 8, 484, 498.**

Фирма Цепер Индастриз (США) выпустила переходную панель к обычному штативу для крепления двух камер, позволяющую кинооператору снимать одновременно двумя камерами, имеющими, например, разные типы и форматы пленки, разные объективы и т. д. Применение приставки особенно эффективно при съемке событий, повторить которые нельзя, так как она позволяет продолжать съемку в момент перезарядки одной из камер или в момент завода пружины. Размеры приставки позволяют крепить на нее различные камеры (как пружинные, так и с электроприводом); при этом сохраняются возможности панорамирования. На рисунке пока-



зан вариант использования приставки для одновременной нормальной и «обратной» киносъемки (по методу переворачивания камеры).

Л. Т.

778.53(204)

**Новая подводная камера, Т. Г. Тресделл, JSMPTE, 1962, 71, № 9, 732—734.**

Дано краткое описание новой кинокамеры для подводных съемок. Камера снабжена приборами для гидродинамических исследований и стационарным оборудованием. Камера может работать на глубинах

не 120 м и находится во влажной среде (водяные брызги, пар и т. д.). Управление камерой дистанционное.

Скорость движения фильма регулируется от 1 до 120 м/сек. Фильм продергивается динамически сбалансированным скачковым механизмом с контргрейфером. Имеется счетчик метража (вне камеры), динамически сбалансированный обтюратор с углом открытия от 7,5 до 160°.

Камера приводится в действие вмонтированной в нее 28-вольтовой никель-кадмиевой батареей; она может работать также и от электродвигателя переменного тока напряжением 115 в, включаемого на дистанционном пульте. Камера снабжена принадлежностями, в числе которых подогреватель, импульсные лампы и генератор для синхронизации обтюратора с источником света.

Все наружные части камеры сделаны из нержавеющей стали, обладающей большим сопротивлением к коррозии в соленой воде.

Размеры камеры: длина 350 мм, ширина 180 мм, высота 200 мм.

Г. И.

778.534

**Система «16 на 16» в сравнении с 8-мм пленкой, Х. С. Менжеринхозен, В. Р. Витерел, JSMPTE, 1962, 71, № 8, 566—568.**

Очевидные недостатки 8-мм фильмов (малый размер кадра, ограниченность светового потока и мощности звуковоспроизведения) не мешают их широкому распространению, вызванному относительной дешевизной производства и демонстрации. Предлагается простой метод использования 16-мм пленки, обеспечивающий большие размеры изображения и мощность звука, при аналогичной с 8-мм фильмами (или даже меньшей) стоимости. В основе метода лежит снижение частоты звуковой кинопроекции до 16 кадр/сек, что может быть осуществлено во многих 16-мм кинопроекторах (а для немой проекции уже осуществлено). Кратко описано изготовление экспериментального шестиминутного звукового фильма под названием «16 на 16», в котором есть сцены с плавным движением объектов, а звуковое сопровождение включает музыку, дикторскую и синхронную речь. Производство фильма осуществлялось непосредственной съемкой и записью на частоте 16 кадр/сек и переводом фильмов, снятых с частотой 24 кадр/сек, на 16 кадр/сек. Демонстрация фильма на экране высотой 4 м для большинства движений дала вполне удовлетворительные результаты. Качество воспроизведения оптической фоно-



граммы оказалось сравнимым с качеством 8-мм магнитной фонограммы при частоте 24 кадр/сек и значительно лучшим, чем 8-мм оптической фонограммы.

Приведенные данные показывают, что стоимость цветного фильма по системе «16 на 16» примерно на 3% выше, чем стоимость 8-мм фильма с магнитной фонограммой (при частоте 24 кадр/сек). Стоимость черно-белого фильма «16 на 16» почти вдвое ниже, чем черно-белого 8-мм фильма.

Недостатки метода «16 на 16» по сравнению с 8-мм пленкой следующие: большие размеры и вес пленки и аппаратуры; необходимость применения печати обычных фильмов с пропуском каждого третьего кадра; необходимость изменения стандарта, предусматривающего немую проекцию с частотой 18 кадр/сек.

Л. Т.

778.534

**Обучающие машины и 8-мм пленка**, Дж. А. Бейлис, Дж. Н. Бампас, JSMPTЕ, 1962, 71, № 8, 569—573.

Дан краткий исторический обзор развития производства обучающих машин и возникающих при этом проблем. В настоящее время не менее 50 фирм выпускают различные обучающие машины с разной стоимостью. При применении этих машин срок обучения в военном деле и промышленности сокращается в два, а в высшей и средней школе — в четыре раза. Для обеспечения всех учащихся, которых в США насчитывается свыше 40 млн., требуется 2 440 000 машин.

Идеальная обучающая машина должна выполнять четыре функции: 1) представлять учебный материал в различной форме; 2) получать ответы от учащегося; 3) оценивать эти ответы и выбирать в соответствии с ними новый материал; 4) записывать полученные ответы.

Идеальным носителем учебного материала является не печатный текст (обычный для существующих машин), а фильм. Киноустановка в обучающей машине должна обеспечивать возможность неподвижной проекции и кинопроекции с любой частотой (вплоть до 30 кадр/сек), иметь простую зарядку, централизованную систему охлаждения, возможность мгновенной остановки кадра, короткофокусную оптическую систему с высокой разрешающей способностью и т. д. Наиболее целесообразно для этой цели применять 8-мм киноленту вследствие ее простоты и экономичности. Однако ее применение станет возможным лишь после коренных усовершенствований в конструкции кинопроекторов: применения кассетной зарядки, разработки методов поиска и демонстрации необходимых кадров (после получения ответа), обеспечения немигающей проекции на любых частотах и т. п.

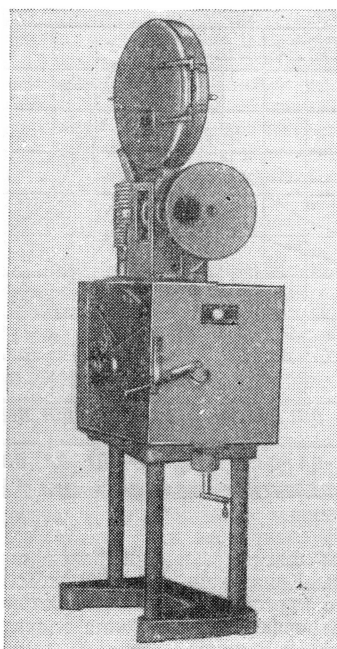
Л. Т.

778.534.83

**Высокоскоростной контрольный кинопроектор**, Е. Тейтельбаум, JSMPTЕ, 1962, 71, № 9, 732.

Сообщается о сконструированном для кинокопировальных лабораторий высокоскоростном кинопроекторе для контроля (инспекции) фильмокопий (см. рисунок).

Кинопроектор выполнен в нескольких модификациях: для 16-мм фильмов, для 35/32-мм фильмов и только для 35-мм фильмов. Он состоит из проекционной головки «Симплекс» с передним обтюратором, смонтированной на основании, позволяющем наклонять и поднимать проектор. При проецировании 16-



и 35/32-мм фильмов в фонаре используется 500-ваттная лампа накаливания. Для модели 35-мм фильма используется 1000-ваттная лампа.

Модели 16- и 35/32-мм фильмов имеют постоянную скорость — 44 м/мин. В 16-мм модели фильмовый канал сконструирован таким образом, что можно видеть одновременно два кадра, включая фонограмму и половину ширины перфораций на другой стороне.

В 35-мм модели фильм движется со скоростью 50 м/мин; предусмотрено также регулирование скорости. Фильмовый канал позволяет видеть половину перфорационной дорожки с каждой стороны и две междукладовые линии.

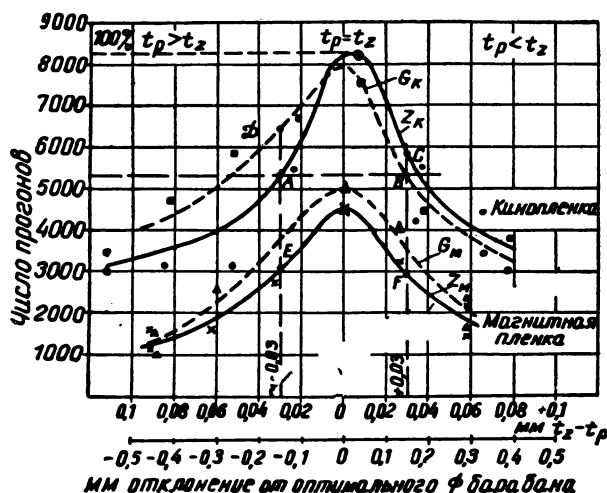
Емкость кассет 900 м.

Г. И.

778.53

**Оптимальный диаметр зубчатого барабана для 16-мм кинолентки**, К. О. Фрилингауз, Bild und Ton, 1962, 15, № 9, 258—261.

В существующих нормах (DIN 15625) предусматривается шесть типов зубчатых барабанов для 16-мм кинолентки: тянущие, задерживающие и комбинированные (для свежей необработанной пленки и для фильмокопии), различающиеся между собой диаметрами рабочих поясков (до нескольких десятых миллиметра) и шагом зубцов. Это вызвано стремлением уменьшить износ перфораций пленки в каждом из шести вариантов использования. Однако такое многообразие неэкономично и может привести к случайной подмене одного типа барабана другим, в результате чего износ перфораций возрастет. Чтобы исследовать, как влияет на износ перфораций различие между шагом пленки и шагом зубчатого барабана, провели серию испытаний 16-мм пленки, изготовленной из одного и того же материала и имеющей одинаковую усадку, при транспортировании ее 16-зубыми барабанами различного диаметра. Всего было испытано восемь барабанов с максимальным отклонением диаметра от значения,



при котором шаг перфорации равен шагу зубцов, до  $\pm 0,5$  мм. Критерием срока службы пленки являлось число прогонов кольца, при котором примерно половина перфораций получила значительные повреждения. Кроме киноплёнки, испытанию подверглась также магнитная плёнка с более тонкой основой.

Полученная зависимость максимального числа прогонов от различия между шагом перфораций и шагом зубцов представлена на рисунке. Кривые  $Z_k$  и  $G_k$  относятся соответственно к режимам тянущего и задерживающего барабанов для киноплёнки,  $Z_m$  и  $G_m$  — к режимам тянущего и задерживающего барабана для магнитной плёнки. Во всех случаях наибольший срок службы плёнки обеспечивается при равенстве шага перфораций  $t_p$  и шага зубцов  $t_z$ . При  $t_p \neq t_z$  для тянущего барабана несколько более благоприятен режим  $t_z > t_p$ , а для задерживающего —  $t_p > t_z$  (для магнитной плёнки оба режима равноценны); однако увеличение числа прогонов плёнки при этом незначительно, что делает целесообразным упрощение стандартов на зубчатые барабаны. Если допустить уменьшение числа прогонов до  $\frac{2}{3}$  (до 66%) от максимального значения, то, как показано на рисунке (точки A, B, E и F), допустимые отклонения шага зубчатого барабана от шага перфораций составят  $\pm 0,03$  мм. Для точек C и D снижение числа прогонов при этом окажется еще меньше. Это означает, что зубчатый барабан некоторого среднего (оптимального) диаметра позволяет транспортировать 16-мм плёнку без заметного увеличения износа с усадкой от 0 до 0,6%, что примерно соответствует диапазону усадок современных безопасных киноплёнок и делает возможным включение в стандарт только одного типа зубчатого барабана оптимального диаметра.

В связи с этим расчетной усадкой для определения оптимального диаметра зубчатого барабана является 0,3%. Указанное выше допустимое отклонение шагов  $\pm 0,03$  мм не будет превышено, если допуск на диаметр зубчатого барабана не превысит  $\pm 0,1\%$ . Соответствующие значения диаметров барабана и их допусков представлены в таблице.

Число зубцов	Диаметр опорного пояса зубчатого барабана, мм	Допуск на диаметр опорного пояса, мм
8	19,20	$\pm 0,02$
12	28,87	$\pm 0,03$
16	38,54	$\pm 0,04$
20	48,21	$\pm 0,05$
24	57,88	$\pm 0,06$
32	77,23	$\pm 0,07$

Л. Т.

621.382.2 : 546.289 + 621.382.2 : 546.28

**Мощные германиевые и кремниевые вентили.** Ф. Соколов, Киномеханик, 1962, № 8, 36—43.

Сообщается об особенностях мощных германиевых и кремниевых полупроводниковых выпрямительных диодов.

Рассмотрены германиевые вентили ВГ-10 и ВГ-50 и кремниевые вентили ВК-10, ВК-50 и ВК-200.

Приведены данные о допустимых нагрузках вентилях в различных схемах выпрямления.

Г. И.

778.5

**Контрольные фильмы для кинопроекционной аппаратуры.** С. Карипиди, Киномеханик, 1962, № 9, 26—32.

Дано описание тест-фильмов, предназначенных для контроля качества кинопроекции и звуковоспроизведения: 35- и 16-мм проекционных тест-фильмов; 35-мм проекционного широкоэкранного тест-фильма; 70-мм проекционного тест-фильма; тест-миры для проверки проекционных объективов; фонограмм для проверки читающего штриха оптического звукоблока кинопроектора; тест-фильмов для проверки магнитного звукоблока широкоэкранного и 16-мм кинопроекторов; тест-фильма для проверки магнитного звукоблока в 70-мм кинопроекторе.

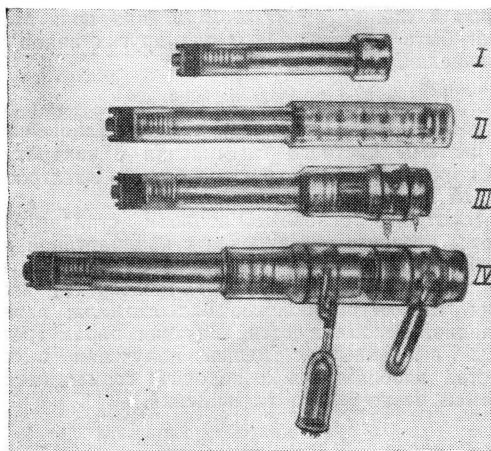
Г. И.

621.397: 52

**Телевизионный метод наблюдения за астрономическими объектами**, Р. Джебел, Л. Дефул, *Journal of Science*, 1960—1962, 60, № 6, 345—353.

Обобщен опыт фотографирования астрономических объектов с экрана кинескопа на выходе замкнутого телевизионного канала, оптически сопряженного с 250-мм телескопом-рефрактором. При фотографировании ярких объектов использовались обычные суперортиконы повышенной чувствительности (С73469 фирмы Радиокорпорейшн или 3852 фирмы Вестингауз); при освещенности на фотокатоде  $8 \cdot 10^{-5}$  лк разрешающая способность этих трубок составляет 250 лин.

Для круглосуточного наблюдения за планетами и звездным небом были применены разработанные фирмой Радиокорпорейшн суперортиконы, сочлененные в одном баллоне с однокаскадным или двухкаскадным электронно-оптическим усилителем яркости (на рисунке обозначены III и IV). Входной фотокатод у этих трубок сферический, первый усилительный каскад выполнен на тонкой сферической стеклянной пленке, второй каскад — на плоской пластине из слюды; фокусировка промежуточных электронных изображений — электростатическая.



Каждый каскад обеспечивает усиление по току 10—15, чувствительность входного многощелочного фотокатода 240 мка/лм, а темновой ток при 25°С с 1 см<sup>2</sup> не превышает 2000 электронов в секунду. Разрешающая способность сочлененных трубок в 200 лин достигается при освещенности на входе  $4,0 \cdot 10^{-6}$  и  $1,5 \cdot 10^{-6}$  лк. В отдельных случаях работать приходилось с экспериментальным суперортиконом, снабженным многокаскадным усилителем изображения на принципе вторичной эмиссии «на прострел» (на рисунке обозначен II). Время экспозиции во всех случаях составляло  $1/75$  сек, что позволило получить четкие изображения как в дневных, так и в ночных условиях. Приведены фотографии Луны, Юпитера, Венеры, а также искусственного спутника Земли.

И. М.

061.5 : 621.383.73

**Суперортиконы фирмы Вестингауз**, *Electronics*, 1962, 35, № 14, 76.

Фирма Вестингауз выпускает двадцать разновидностей суперортиконов. Основное внимание уделяет-

ся приборам для аппаратуры, работающей при предельно низких освещенностях. Для новых приборов этой группы характерно сочетание высокой чувствительности с повышенной механической прочностью и надежностью, причем определились два направления достижения подобных результатов — усовершенствование узла мишени суперортикона и сочетание в одном баллоне суперортикона с усилителем яркости. Суперортикон WL22724 за счет использования специального фотокатода обладает повышенной чувствительностью в красной области спектра. Его мишень выполнена из тонкой окисной пленки и обеспечивает работу в режиме длительного накопления и интегрирования зарядов. В стандартном режиме разложения трубка разрешает 400 лин при освещенности  $2 \cdot 10^{-5}$  лк. Аналогичная по устройству трубка WL22726 обладает широкой спектральной характеристикой от ультрафиолетовой до инфракрасной области при очень высокой разрешающей способности. Суперортикон WL7611 имеет большой срок службы (цифра не приводится) и высокую надежность; трубка WL7198, обладающая выстойчивостью и прочностью в широком диапазоне частот, несколько лет эксплуатируется в самолетной, танковой и другой подобной аппаратуре. Трубка 4229 включает многокаскадный усилитель яркости (судя по фото — с промежуточными каскадами на основе вторичной эмиссии «на прострел») и отличается сочетанием рекордной чувствительности и хорошей разрешающей способности (400 строк при  $2 \cdot 10^{-6}$  лк и 100 строк при  $10^{-8}$  лк).

И. М.

621.397 : 778.534.82

**Эффект замедленного движения по телевидению**, Дж. Р. Уиттэкер, *JSMPT*, 71, № 8, 578—579; Дж. Генри, *American Cinematographer*, 1962, 43, № 8, 472—473, 506.

При передаче по телевидению спортивных или других событий нередко возникает необходимость замедления скорости движения объекта, позволяющего рассмотреть подробности, которые незаметны при нормальной скорости его. В отличие от кинематографа, где подобная задача решается ускоренной съемкой или замедленной проекцией, в телевидении невозможно изменять стандартную частоту кадров ни в телевизионной камере, ни в приемнике.

Описано примененное компанией Си-би-эс (США) оборудование для воспроизведения эффекта замедленного движения при телевизионной передаче (в частности, при передаче футбольных состязаний). В момент передачи изображение с экрана кинескопа снимается 16-мм кинокамерой, из которой пленка через светонепроницаемую трубку поступает в автоматическую проявочную машину «Вискомат», обеспечивающую ускоренную (в течение 60 сек) обработку пленки вязкими растворами. При помощи номеров, снятых на пленку перед съемкой моментов, которые предполагается продемонстрировать с замедлением, одновременно с обработкой происходит разрезка и сортировка пленки, для чего проявочная машина имеет на выходе два наматывателя. Бобина с отобраным материалом поступает к монтажнику, а затем в телекинопроектор с непрерывным движением фильма. Приводной электродвигатель (постоянного тока) позволяет изменять скорость и направление движения пленки в телекинопроекторе. Найдено, что минимальная еще целесообразная частота проекции составляет 4 кадр/сек. Демонстрация по телевидению изображений с замедленным

движением может производиться через 280 сек после прямой передачи.

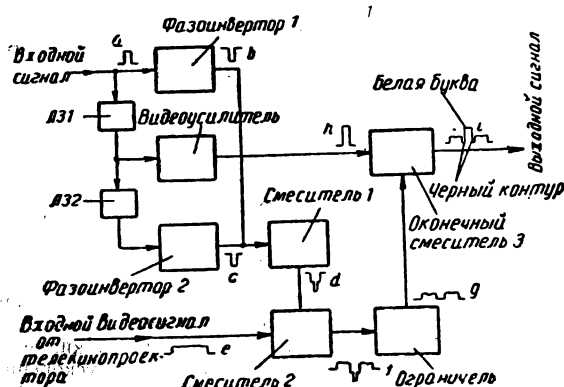
Отмечается, что благодаря использованию видиконной камеры при передаче отсутствуют мелькания, а также не происходит ухудшения качества изображения (разрешающей способности, отношения сигнал/шум и т. д.), как это имеет место при других способах получения эффекта замедленного движения. Например с помощью видеоманитофона, в котором пленка движется с уменьшенной вдвое скоростью.

Л. Т.

621.397 : 778.535.7

**Окантовка телевизионных субтитров**, К. Мацуяма, Ц. Такацуи, К. Магисима, JSMPTE, 1962, 71, № 8, 579—580.

Японская вещательная корпорация (Ниппон Хосо Кёкай) при передаче по телевидению иностранных фильмов для повышения разборчивости субтитров, накладываемых на изображение, разработала метод окантовки букв тонкими черными линиями, которые хорошо заметны, даже если надпись сливается с белыми участками изображения. Блок-схема устройства показана на рисунке (тонкие линии изображают форму волны входящих и выходящих из каждого блока сигналов). Входной сигнал субтитра а



поступает на фазоинвертор 1 и через две линии задержки ЛЗ1 и ЛЗ2, с помощью которых регулируется толщина черного контура с обеих сторон буквы, поступает на фазоинвертор 2. Выходные сигналы фазоинверторов б и с поступают на смеситель 1, где складываются, образуя на выходе сигнал д. Последний в смесителе 2 складывается с видеосигналом е и в форме сигнала ф поступает на блок ограничителя. Выходящий из ограничителя сигнал г в оконечном смесителе 3 складывается с сигналом и, представляющим собой сигнал субтитра а, прошедший только через одну линию задержки (ЛЗ1) и видеосушитель. Окончательный сигнал й содержит видеосигнал, белые буквы и черные линии по контуру букв. Благодаря применению ограничителя буквы имеют постоянный уровень белого независимо от участка изображения, на котором они находятся.

Л. Т.

621.397 : 778.534

**8-мм звуковой фильм для телевизионной хроники**, Р. Б. Ролз, JSMPTE, 1962, 71, № 8, 575—577.

Описан опыт, поставленный на телецентре в Фениксе (США) по применению 8-мм кинопленки

для съемки и передачи телевизионной хроники. В основе опыта лежало стремление превратить телевизионного репортера одновременно в кино- и звукооператора. Для съемки используется 2×8-мм звуковая кинокамера «Фэрчайлд Синефоник», которая одновременно со съемкой производит запись звука на магнитной дорожке, предварительно нанесенной на светочувствительную пленку. Объектив кинокамеры — широкоугольный в нефокусируемой оправе (1 : 1,8/8,5 мм). Привод — от электродвигателя, питаемого 12-вольтовыми аккумуляторами, служащими также для питания полупроводникового усилителя. Вес камеры — не более 2,2 кг; это позволяет при съемке держать камеру в руках. Пленка обрабатывается в малогабаритной самозаряжающейся проявочной машине «Мини-Рэпид 16 Просессор» со скоростью 2 м/мин. Проявленный негатив при передаче «обращается» электрическим путем.

В качестве телекинопроектора используется стандартный 8-мм кинопроектор «Фэрчайлд Синефоник», в который внесены некоторые изменения: установлены пятилопастный обтюратор и синхронный электродвигатель, применено дистанционное регулирование света лампы и т. п.

Указывается, что описанная система в целом вдвое экономичнее, чем при использовании 16-мм пленки. Однако в данное время 8-мм пленка пока еще не может быть рекомендована для других видов телекинопередач, кроме хроникальных.

Л. Т.

621.397.132 : 389.6

**Основные вопросы стандартизации радиовещательной системы цветного телевидения с квадратурной модуляцией**, С. В. Новаковский, Электросвязь, 1962, № 10, 9—20.

Рассмотрены основные вопросы стандартизации системы цветного телевидения с квадратурной модуляцией поднесущей: характеристика системы цветного телевидения; разложение (развертка) изображения; параметры полного видеосигнала; передача по радио. Рекомендуются значения параметров системы, выбранные с целью получения высокого качества изображения и хорошей совместимости с системой черно-белого телевидения.

В. В.

621.397.22.001.2

**Аналитическое рассмотрение работы динамического подавителя амплитудной модуляции**, Б. И. Савицкий, Электросвязь, 1962, № 10, 25—29.

Дан анализ работы диодного динамического подавителя амплитудной модуляции с использованием временной характеристики входного сопротивления динамического подавителя. В результате анализа уточнены физические представления об особенностях работы динамического подавителя и выведены количественные зависимости, которые могут быть применены при ориентировочных расчетах.

В. В.

621.397.001

**Измерение переходной характеристики путем анализа видеосигнала**, Э. А. Шульц, Электросвязь, 1962, № 10, 30—37.

Рассмотрен вопрос объективного измерения качественных показателей телевизионного изображения в ходе телевизионной передачи на телецентрах. Описан способ измерения переходной характеристики, основанный на использовании статистических свойств передаваемого изображения. Приведены результаты экспериментального исследования неко-

торых статистических свойств передаваемых изображений.

В. В.

621.391.32 : 621.397

**О контрастной чувствительности и воспроизведении полутонов в системах передачи изображений,** Е. Л. Орловский, Ю. И. Медников, П. Н. Кулаков, Л. Н. Щелованов, *Электросвязь*, 1962, № 10, 45—55.

Рассмотрены методы оценки и коррекции полутоновых искажений. Статья содержит следующие разделы: измерение зрительных ощущений яркости; оценка качества воспроизведения полутонов; уравнение, связывающее параметры системы электрической репродукции изображений с качеством воспроизведения полутонов; оценка качества воспроизведения полутонов системой электрической передачи изображений; определение амплитудной характеристики корректора полутонов; воспроизведение полутонов в условиях действия помех.

В. В.

621.396.669

**Некоторые свойства цифровых телевизионных систем с непостоянной частотой строк и кадров,** В. П. Мандражи, Д. А. Новик, *Радиотехника*, 1962, 17, № 10, 35—44.

Рассмотрены принципы построения и общие свойства цифровых телевизионных систем, приближающихся к универсальным, все параметры которых изменяются так, что они оптимальным образом согласованы с особенностями передаваемого изображения и свойствами человеческого зрения, обеспечивая минимальную пропускную способность канала связи. Показано, в частности, что особенностью таких систем является переменная частота строк и кадров, зависящая от статистических особенностей передаваемого изображения. Показано также, что для систем рассмотренного типа необходим канал связи со значительно меньшей пропускной способностью по сравнению с обычными телевизионными системами.

В. В.

## Оптика и светотехника

14

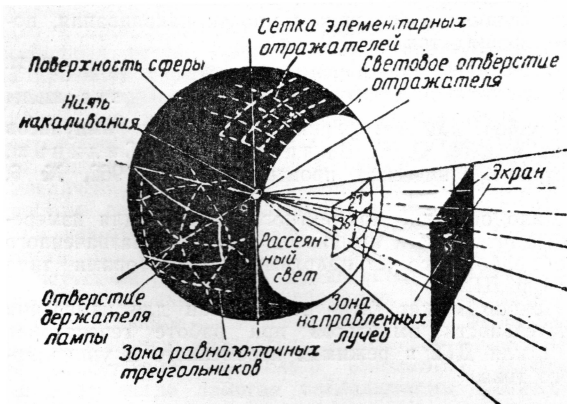
537.54 + 535.312

**Кварцевые лампы с йодным циклом и отражатели для прожекторов,** С. К. Пик, *JSMPT*, 1962, 71, № 9, 667—669.

Описан принцип работы кварцевой лампы с йодным циклом для профессиональной кинематографии, приведена методика расчета отражателя с этим источником света.

Указывается, что при разработке отражателя конструкторы стремились создать светящееся прямоугольное поле, обладающее максимальной эффективностью и высокой равномерностью. Прямоугольник выбран  $36^\circ \times 30^\circ$ . При этом яркость поля должна быть по краям не менее  $\frac{1}{3}$  и на углах — не менее  $\frac{1}{5}$  от максимума в центре, с незаметными неровностями на отдельных участках.

В основе расчета отражателя лежит графический метод с учетом формы и пространственного светораспределения нити накаливания лампы с йодным циклом.



Активная поверхность сферы была разделена на 20 одинаковых равносторонних треугольников, причем каждый из них в свою очередь разделен на четыре равных по площади малых треугольника (см. рисунок). Таким образом, вся сфера разделена на 80 равных по площади треугольников. Линии сетки светораспределения по вертикали и горизонтали расположены на поверхности сферы так, что количество треугольников внутри каждого отверстия сетки пропорционально требуемой силе света в заданном направлении. Посредством специального транспорта были определены основные элементы отражателя в горизонтальной и вертикальной плоскостях, аппроксимирующие лучи прямого и рассеянного света.

Кварцевые лампы с йодным циклом особенно незаменимы, когда для осветительной аппаратуры требуются малый вес и портативность. Новый портативный прожектор с такой лампой (названный «Солнечная пушка») оказался весьма эффективным в ряде сцен, например при освещении съемок объектов внутри автомобиля.

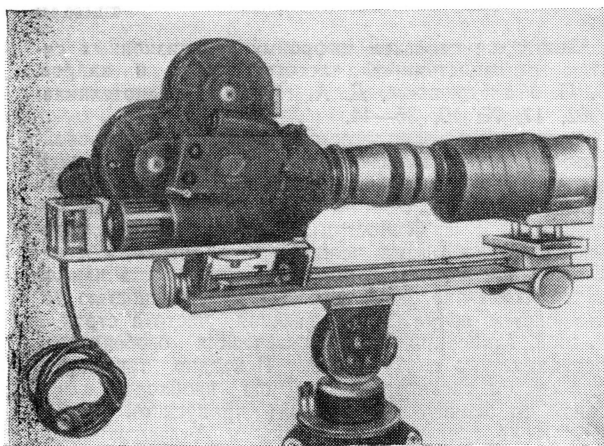
Прожектор комплектуется заслонками (блендами), ограничивающими пучок света и изменяющими его форму; двумя светорассеивателями в виде линз, помещаемыми перед источником света; фильтром дневного света, повышающим цветовую температуру прожектора; диффузионным фильтром для съемки крупных планов и другими приспособлениями.

Г. И.

771.44 : 778.534

**Эффективное использование света при макрокиносъемке,** Ф. А. Эверест, *JSMPT*, 1962, 71, № 9, 664—667.

Сообщается об опыте макросъемки живых объектов, например пчел. Известно, что при макросъемке живых существ возникают такие проблемы, как снижение действия тепла от источников света. Для повышения эффективности использования света в



макрокинематографии следует уделить внимание пленке, на которой фиксируется изображение, системе освещения и оптической системе.

Указывается, что в области 16-мм цветных фильмов успешные результаты получены с пленками «Супер Ансохром» и «Истмен Эктахром», типа ЕР, при относительно низких уровнях освещенности. Хотя увеличение чувствительности пленок достигнуто за счет уменьшения зернистости и разрешающей способности, качество цветопередачи оказалось блестящим.

Рассмотрены особенности и преимущества различных методов освещения и использования оптических систем: ступенчатых линз из листовой пластмассы, импульсного и стробоскопического освещения, оптики с растягивающимся мехом и т. д.

Описаны макросъемки с использованием дополнительного объектива. В частности, описано использование системы с дополнительным объективом для спецэффектов, например при сочетании макроскопического объекта с естественным фоном.

Необходимо было показать пчелу, летящую на фоне леса. Для этого пчела, прикрепленная (приклеенная) к проводу, находилась в фокусе дополнительного объектива. Перед этим объективом был установлен аналогичный объектив. Он должен был спроецировать изображение реальной лесной местности в фокальной плоскости первого дополнительного объектива, в которой находилось изображение пчелы. Кинокамера с такой оптической системой была смонтирована на движущемся автомобиле. Это позволило заснять крупным планом пчелу, пролетающую через реальный лес.

На рисунке дан общий вид камеры с объективом «Аэро-Эктор»,  $f = 180$  мм, использованным для макросъемки как дополнительный.

Г. И.

612.843.365 : 62-4

**Зависимость порогового контраста яркости от размеров и формы объекта.** И. М. Кокорин, Светотехника, 1962, № 9, 1—10.

Указывается, что экспериментальные исследования контрастной чувствительности органа зрения показывают на зависимость пороговой разности яркостей объекта и фона  $\Delta V_{\text{пор}} = V_0 - V_{\text{ф}}$  от угловых размеров и формы объекта наблюдения, от яркости фо-

на, на которую адаптирован наблюдатель, а также от знака контраста.

В статье изложены результаты работы по получению аналитических зависимостей, которые с достаточной точностью отражают основные закономерности зрительного восприятия, так как эксперимент сам по себе не позволяет охватить все многообразие условий наблюдения.

Г. И.

771.36 : 77.058.1

**Дифференциальные фотозатворы.** Ю. Г. Кожевников, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 6, 8—13.

Дан обзор некоторых типов дифференциальных фотозатворов, нашедших применение в фоторегистрирующих аппаратах, кинотеодолитах и аэрофотоаппаратах.

Рассмотрены дифференциальные фотозатворы: осуществляющие выдержки с заданной частотой (периферийные фотозатворы № 1, № 2, № 3, центральные фотозатворы № 1 и № 2) и одиночные выдержки (центральный фотозатвор Гюльмета, центральный фотозатвор Пуавилье и Дюмона, центральный фотозатвор К. Цейсса, центральный фотозатвор Ю. Г. Кожевникова).

В приводимой в статье таблице даны основные параметры рассматриваемых фотозатворов.

Г. И.

77.054 : 771.36

**О наименьшей выдержке фотографических затворов.** Е. Т. Дубатовко, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 6, 18—25.

Предложены способы градуировки затворов, обеспечивающие точное экспонирование фотослоя.

Рассмотрены вопросы, касающиеся наименьшей выдержки в современных фотозатворах.

Приведены коэффициенты полезного действия и отклонения эффективных выдержек от их номинальных значений.

Г. И.

621.316.722.1 : 621.382

**Стабилизаторы напряжения на полупроводниковых триодах.** Н. М. Гопштейн, В. Н. Крон, В. Н. Лаптев, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 6, 33.

Рассмотрены две схемы стабилизаторов напряжения на полупроводниковых триодах. При этом одна из схем предназначена для стабилизации питания электронного умножителя, другая — для стабилизации питания небольших лампочек накаливания, потребляющих ток до 200 ма.

Г. И.

628.9 : 621.374

**Прибор для измерения длительности импульсов тока в дуге.** О. Е. Вилитис, Э. А. Силиньш, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 6, 6—7.

Дано описание компактного прибора для измерения длительности импульсов тока, предназначенного для работы со стандартными генераторами типа ДГ1 и ДГ2.

Прибор может быть использован для измерения длительности импульсов при работе генераторов ДГ1 или ДГ2 в режимах переменного и униполярного тока.

Г. И.



Безжелатиновые фотографические эмульсии, Perspective, 1962, 4, № 2, 96—97.

Обычно для получения галогенидосеребряных фотографических слоев в качестве связующей среды применяется желатина, а в последнее время начал применяться поливиниловый спирт. Заменители желатины действуют на зерна галогенида серебра в качестве защитных коллоидов, некоторые из них препятствуют физическому созреванию при синтезе эмульсии. При физическом созревании зерна галогенида серебра увеличиваются в размере; связующие среды должны мешать росту зерен, предотвращая коагуляцию их, сдерживать растворение малых зерен и защищать зерна от осаждения.

Перри нашел эффект защитного коллоида у поливинилового спирта и поливинилпиримидина на скорость растворения галогенида серебра и сравнил этот эффект с желатином. Он использовал измененный метод проявления Джеймса и Ванселова при изучении желатиновых эмульсий, в которых скорость растворения измерялась каталитическим понижением ионов серебра в коллоидных частицах серебра. Перри приготавливал галогенидосеребряные частицы в отсутствие защитных коллоидов и затем изучал эффект добавления различных коллоидов к частицам галогенида серебра. Он нашел, что поливиниловый спирт в меньшей степени удерживал растворение галогенида серебра, чем желатин при их тормозящем действии во время остальдовского растворения галогенида серебра, чем желатин при остальдовском созревании обуславливается вначале помехой росту кристаллов галогенида серебра. Поливинилпиролон, который сдерживает остальдовское созревание больше, чем желатин, сдерживает также растворение галогенида серебра. В дальнейшем определялось фотографическое действие частиц галогенида серебра в присутствии различных защитных коллоидов. Коллоиды могут быть добавлены до или после экспонирования, и можно оценить их действие на светочувствительность и проявление. Скорость растворения галогенида серебра в проявителе, содержащем бромиды, была больше, когда применялся защитный коллоид в виде сополимера этилакрилата или акриловой кислоты. Это увеличение скорости растворения было связано с относительно большим физическим проявлением, когда галогенид серебра проявлялся в метолсульфитном проявителе.

Увеличение степени физического проявления накладывается на химическое проявление, что приводит к прогрессивному увеличению проявленных серебряных нитей. Цвет серебра становится теплее, а кроющая способность уменьшается. Изменения в сенситометрических характеристиках показывают, что корреляция может быть скорее от изменения относительного количества физического проявления, чем от образования изменения в скрытом изображении. Увеличение физического проявления сопровождается ростом светочувствительности и плотности вуали при некотором увеличении коэффициента контрастности. Во время индукционного периода, когда в присутствии желатины проявляется галогенид серебра, а не акриловый сополимер, наблюдается более выраженное физическое проявление. Более сильно выраженное химическое проявление наблюдается в присутствии акрилового сополимера, особенно вначале, когда заметно накладывается физическое

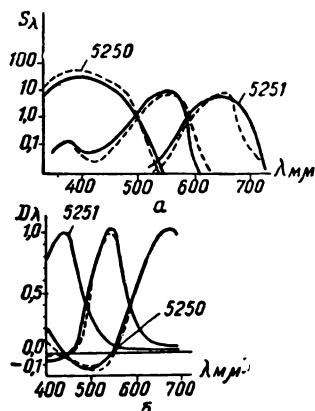
проявление. Галогенид серебра, сенситилизованный тиосульфатом натрия и полностью засвеченный, понижался без заметного наложения физического проявления. Относительное количество физического проявления зависит от скорости, с которой галогенид серебра понижается при химическом проявлении. Действие сенситилизованного галогенида серебра, получившего экспонирование, сдерживается напряжением защитного коллоида при процессе химического проявления.

В. А.

77.064 : 778.6 + 77.063 : 778.6

Новые цветные пленки «Истмен» — негативная и позитивная, Л. Симмонс, American Cinematographer, 1962, 43, № 6, 362—363, 385.

Приведены сведения о постепенном усовершенствовании цветных негативных и позитивных пленок «Истмен». Последняя негативная пленка типа 5250, выпущенная в 1959 г., имела удвоенную светочувствительность по сравнению с предыдущей. Поэтому в дальнейшем была поставлена задача, не увеличивая светочувствительности, улучшить другие характеристики пленки. Расположение слоев новой негативной пленки типа 5251 (35- и 16-мм) следующее: синечувствительный верхний слой, желтый фильтровый слой, зеленочувствительный, красночувствительный. Индекс светочувствительности для электрического освещения — 50, а для дневного света с фильтром «Раттэн-85» — 32. Зернистость значительно уменьшена по сравнению с пленкой 5250. Ширина несколько больше, чем у типа 5250. Пленка лучше передает цвета тела, несколько отличается по передаче ряда других цветов, обрабатывается аналогично предыдущему типу. Светочувствительность новой позитивной пленки типа 5385 в четыре раза больше предыдущей позитивной пленки. Она имеет улучшенную цветопередачу благодаря применению более совершенных компонент и обладает гораздо лучшим качеством в отношении резкости изображений. Строение позитивной пленки: зеленочувствительный верхний слой, красночувствительный, синечувствительный. Сочетание пленок 5251 и 5385 позволяет получить изображения значительно улучшенного качества в отношении зернистости и цветопередачи.



На рисунках приведены кривые спектральной чувствительности слоев (а) и кривые спектрального поглощения красителей новых пленок (б).

В. А.

77.062 : 778.35

**Сохранение разрешающей способности при печати.** Perspective, 1962, 4, № 2, 101—102.

За последние годы наблюдалось улучшение качества аэрофотографической системы, что позволило получить аэрофотонегативы с чрезвычайно высоким разрешением. Обычно требуется сохранение оригинальных негативов в хороших условиях. Для получения окончательного позитива применяются четыре степени печати методом контратипирования по схеме: оригинальный негатив, промежуточный позитив, дубльнегатив, окончательный отпечаток.

Проведены исследования фотографических контратипных материалов для определения изменения разрешающей способности, которые возникают на каждой ступени процесса контратипирования. Найдено, что при контратипном методе печати повышенный процент ухудшения разрешения наблюдается на первой стадии контратипирования. При печати с аэронегативов, имеющих  $R=90$  лин/мм, в первом позитивном отпечатке имеется  $R=55$  лин/мм, а в окончательном (четвертом) отпечатке  $R=40$  лин/мм.

Процесс уменьшения разрешения относится соответственно к ухудшению уровня воспроизведения разрешения изображения. Так как контактные методы печати образуют соответствующее уменьшение содержащей информации, это уменьшение можно значительно сократить при использовании метода увеличения на первой стадии контратипирования. Если негатив с  $R=90$  лин/мм увеличить в 8,4 раза при получении промежуточного позитива с достаточным коэффициентом передачи, то последующий контактный процесс контратипирования дает результирующее разрешение в окончательном отпечатке, равное 85 лин/мм. Хотя контратипирование с увеличением требует использования контратипных материалов высокого качества, преимущество метода заключается в получении высокого разрешения при печати.

В. А.

77.023.417

**Взаимосвязь времени проявления и температуры при появлении.** Р. В. Грахам, Brit. Journ. Photogr., 1962, 109, № 5317, 434—435.

Приводятся данные по изменению времени проявления в зависимости от температуры проявляющих растворов. В основном все сенситометрические работы проводятся при 20°С. Эта температура выбрана по следующим причинам:

а) средняя комнатная температура в обычных климатических условиях близка к 20°. Растворы, доведенные до 20°, находятся в равновесии с температурой окружающего воздуха и остаются при этой температуре в течение продолжительного времени;

б) незадубленная пленка может быть обработана только при температуре не выше 24° с целью устранения ретикуляции, излишнего набухания и образования складок;

в) ниже 20° скорость реакции заметно понижается и становится непрактичной.

Обработка при повышенных температурах (порядка 32—38°) может быть применена при скоростных методах обработки или в тропических условиях. При температуре ниже 16° работа гидрохинона становится непрактичной. Добавление этиленгликоля в проявитель позволяет вести обработку при —25°. При этой температуре Герн и Кребтри нашли линейную зависимость между температурой и логарифмом времени проявления.

В большинстве химических реакций в зависимости от температуры температурный коэффициент приблизительно равен 2. При этом при увеличении температуры на 10° скорость химической реакции вдвое увеличивается, а при уменьшении — соответственно уменьшается. Для определенного светочувствительного материала и определенного проявителя температурный коэффициент ТС выдерживается хорошо только для определенной величины  $\gamma$ . Каждому проявляющему веществу соответствует свой ТС, например: пирокатехин — 2,8; железо щавелевокислое — 1,7; парааминофенол — 1,5; пирогаллол — 1,9; метол — 1,25; гидрохинон — 2,2÷2,8; метол-гидрохинон — 1,9.

Автор нашел, что для пленки НР-3 при обработке до  $\gamma=0,8$  в проявителе ID-19 ТС = 1,8.

Температурный коэффициент легко определяется по формуле  $\lg TC_{10^\circ} = \frac{(\lg t - \lg t') \cdot 10}{T_1^\circ - T^\circ}$ , где  $t$  и

$t'$  — время проявления до одинаковых значений  $\gamma$  соответственно при  $T_1^\circ$  и  $T^\circ$ . Известно, что между  $\lg t'$  и  $T^\circ$  существует пропорциональная зависимость.

Для определения ТС проводятся сенситометрические испытания при двух температурах и строятся кривые зависимости  $\gamma = f(t)$  для обеих температур.

По кривым  $\gamma = f(t)$  находится время проявления до определенной  $\gamma$  при различных температурах, и затем по формуле определяется ТС.

В. А.



# БИБЛИОГРАФИЯ

## КНИГА ОБ ОРГАНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ КИНОПРОИЗВОДСТВА

016 : 778.58

Выпуск издательством «Искусство» книги Б. Н. Коноплева «Производство кинофильмов» является весьма актуальным: на киностудии и в смежные отрасли кинопроизводства пришло новое пополнение, и его следует ознакомить с основами принятой в СССР организации и технологии кинопроизводства.

Книга представляет собой переработку предыдущего труда автора «Технология производства кинофильмов», изданного впервые в 1950 г., а затем исправленного и дополненного в 1956 г. Первые два издания получили широкую известность как в Советском Союзе, так и в других странах социалистического лагеря, поэтому можно надеяться, что новое, третье издание книги будет не менее популярным.

По сравнению с изданием 1956 г. в книгу добавлена новая (первая) глава, дающая представление об основных видах кинофильмов и о методах (точнее, принципах) организации кинопроизводства, принятых в СССР и в других странах; значительно расширена вторая глава, описывающая на конкретных примерах принципы оборудования киностудий, выпускающих различного рода кинофильмы, и особенности их организационной структуры. Кроме практических производственных данных, в этой главе широко использованы принятые у нас нормы технологического проектирования киностудий, разработанные институтом Гипрокинополиграф.

В новом издании имеется отдельная небольшая глава (третья), посвященная основному звену в производстве фильмов — съемочной группе. Выделение этой главы сделало описание организации кинопроизводства более четким по сравнению с предыдущими изданиями.

В четвертой главе описан процесс производства, рассмотренный на примере создания наиболее сложных полнометражных художественных фильмов. Последняя (пятая) глава посвящена организации работы основных технологических (производственных) цехов студий: ОДТС, съемочной техники и комбинированных съемок, осветительного, звукотехнического, монтажного, обработки пленки, фотоцеха, гримерного, оружейно-пиротехнического и электротехнического. В новом издании в эту главу добавлено описание цеха дубляжа фильмов.

В новом издании четвертая и пятая главы подвергнуты значительной доработке. Частично обновлены текст и иллюстрации, сокращено число громоздких таблиц и форм документации. Вместе с новыми главами все это заметно улучшило изложение предмета.

В результате получилась полезная книга, которая безусловно поможет широкому кругу работников

киностудий понять связь их специальности со всем производством в целом. Книга притом интересна не только для новых, молодых, работников; большое значение она имеет и как единственный в существующей литературе обобщающий труд по организации и технологии советского фильмопроизводства.

Однако надо сказать, что доработка нового издания выполнена кое-где недостаточно тщательно. Прежде всего удивляет наличие явных недосмотров в книге, например, ошибочно напечатано: «фильмокопии с оптическим звуком» (стр. 19), «монорельсы, движущиеся по электроталям» (стр. 39), «Арефлекс» вместо «Аррифлекс» (стр. 126), «негативы магнитных фонограмм» (стр. 139), «магнитная запись звука с прямым фотографическим напылом» (стр. 235) и т. п. Допущено даже повторение рисунков, одинаковых по содержанию, но с разными подписями (стр. 219—220).

Отдельные неточности имеются и в самом изложении.

Например, на стр. 37 не оговорено, что закрепление за группой не менее двух павильонов — площадью 800—1000 м<sup>2</sup> и 1200—1400 м<sup>2</sup> — необходимо только при съемке картин повышенной постановочной сложности.

На стр. 51 неточно описано использование сухих трансформаторов для питания павильонов.

Подстанции с такими трансформаторами не «встраиваются» в павильоны, а пристраиваются к ним.

Неточно описана и съемка телефильмов по системе «Электроник-Кам» (стр. 126—127). Эта система не применяется при прямых телепередачах и не дает возможности вести одновременно киносъемку и прямую телепередачу в эфир. Спорно и утверждение, что съемка телефильмов посредством магнитной записи изображения «является наиболее дешевой и простой» (там же). Как показал мировой опыт последних лет, магнитная видеозапись экономически выгодна лишь для консервации телепередач, а для создания сложных для постановки и съемки телефильмов наиболее выгодна киносъемка, особенно на 16-мм пленке.

Недостаточно ясные формулировки и неточности имеются и в других разделах. В некоторых случаях оставлены устаревшие данные, как, например, не соответствующие новым НОРМ-КИНО размеры фандусных щитов и декорационных помостов на рис. 42 и 43 (стр. 163 и 164).

Несколько случаев и подбор иллюстраций. В качестве примера подвесных осветительных лесов приведена старая конструкция 40-х гг., требующая сборки в воздухе (рис. 4), а типовые леса, при-

нятые ныне на всех новых киностудиях СССР, показаны только в общем виде павильона. Сборные лестницы для декораций даны также устарелой конструкции (рис. 44), в качестве образца установки для дорисовки показан старый станок системы Никитченко (рис. 114), и совершенно не от-

ражены современные конструкции, применяемые, например, на киностудии «Мосфильм».

Хотелось бы пожелать, чтобы в случае переиздания этой ценной книги подготовке ее к печати было уделено большее внимание.

В. ТОЛМАЧЕВ

### ЗАМЕЧАНИЯ ПО РЕЦЕНЗИИ С. М. ПРОВОРНОВА НА КНИГУ «СВЕТОТЕХНИКА КИНОПРОЕКЦИИ» (Техника кино и телевидения, 1962, № 11)

Прежде всего считаю своим долгом выразить рецензенту благодарность за подробный анализ книги и ряд замечаний, представляющих мне пользу.

Не могу безоговорочно согласиться со всеми положениями, выдвинутыми рецензентом, однако полагаю, что было бы еще преждевременным развивать дискуссию по вопросам, которые представляются спорными. Вместе с тем, учитывая достаточно широкий и разнородный круг читателей, на которых рассчитана книга, считаю себя обязанным сделать ряд кратких замечаний по рецензии, носящих в основном характер фактической справки.

1. *О паразитной засветке экрана.* На стр. 19 дана цифра 0,3% (признаваемая рецензентом слишком жесткой) как «теоретически допустимый предел», но уже на 20-й стр. говорится, что «уровень яркости паразитной засветки в затемненных залах кинотеатров практически находится в пределах 0,5—1,5%...».

Таким образом, констатируется расхождение между требуемым теорией и практически получаемым результатом. Далее, на той же 20-й стр. подробно рассматриваются нежелательные последствия, вызываемые повышенным уровнем паразитной засветки экрана.

В результате ясно показывается, что существующий в действующих театрах уровень засветки 0,5—1,5% велик, ухудшает качество изображения и надо стремиться к возможному его понижению, вплоть до 0,3%. Эта величина может считаться уже вполне удовлетворительной. При таком построении изложения было бы неправильно приводить только величины, практически замеренные в кинотеатрах, без критики результатов и без указания предела, к которому надо стремиться.

2. *О просветных экранах.* В книге нет «утверждения автора» о прогрессивности применения полупрозрачных экранов при дневной кинопроекции.

Наоборот, в § 17 на стр. 85 говорится: «Отражающие экраны, даже направленные, по сравне-

нию с просветными обладают более приемлемыми характеристиками светораспределения». Далее приводятся примеры преимуществ отражающих экранов и указывается, что «выбор типа экрана... определяется условиями показа фильмов».

3. *О проекции изображения тела накала в кадровое окно.* Нельзя указать ни одной современной книги, посвященной вопросам кинопроекции, где не рассматривались бы два ставшие классическими способа построения осветительных систем: с проекцией изображения светящегося тела во входной зрачок объектива и с проекцией его в кадровое окно.

Поэтому упрек рецензента, что «автор... не рассматривает второй схемы — с проекцией тела накала на кадровое окно», является тяжелым упреком.

Однако, этот упрек основан на явном недоразумении.

На стр. 132—133 и рис. 77 рассматриваются схемы проекции источника света в кадровое окно и во входной зрачок объектива. Указывается, что способ проецирования источника света «в кадровое окно... является более эффективным». На рис. 85 и 86 (стр. 146) даны конкретные примеры проекции тела накала вблизи кадрового окна.

4. *О коэффициенте пропускания  $\tau$  оптической системы.* На стр. 102 в табл. 15 рассматриваются  $\tau$  для линз оптической системы.

Подробное рассмотрение зеркальных отражателей с указанием их коэффициентов отражения дано на стр. 133—136 и 241—245.

5. *Об электрических параметрах угольных дуг.* Электрические параметры углей высокой интенсивности типа КПИ 8-60 и КПИ 9-90 даны в табл. 32. Поэтому нет смысла повторять их в табл. 36.

6. *О термине «Относительное отверстие обтюра-тора».* Такого термина в книге нет. На стр. 12 говорится об «относительном открытии обтюра-тора».

Г. Л. ИРСКИЙ

## Ответ рецензента

В связи с замечаниями Г. Л. Ирского на рецензию по книге «Светотехника кинопроекции» считаю необходимым сообщить следующее:

1. *О паразитной засветке экрана.* Рекомендация автора о величине допустимой засветки 0,3% является, с одной стороны, очень категоричной, а с другой — вряд ли практически достижимой, если учитывать рассеяние света проекционной оптикой и отраженный свет от стен, потолка и зрителей в зале.

Даже из рис. 7 следует, что при засветке 0,3% все планы (светлые, нормальные и темные) будут передаваться «хорошо». Однако увеличение засветки до 0,4 ÷ 0,5% существенно не ухудшит «качества киноизображения», как следует из рис. 7. Поэтому правильнее было бы указать на целесообразность уменьшения засветки по сравнению с 1 ÷ 1,5%.

Автору хорошо известно, что в случае цилиндрических кинопроекторных экранов засветка возрастает по сравнению с плоским экраном, поэтому в современных системах кинопоказа достичь засветки, не превышающей 0,3%, практически не представляется возможным (см. стр. 72—74 книги).

На основании этого рецензент и указал, что «нельзя согласиться с величиной допустимой засветки экрана 0,3% от яркости экрана без флима».

2. *О просветных экранах.* На стр. 85—86 приводятся примеры влияния засветки при проекции на отражающий и просветный экран, из которых совершенно ясно следует, что контрастность изображения на просветном экране будет в 10,5 раза больше, чем на отражающем экране. Отсюда читатель совершенно однозначно сделает вывод о том, что для дневной кинопроекции лучше применять просветные экраны, чем отражающие.

Дело в том, что в рассматриваемом примере все расчеты приняты для нормального к экрану направления, при котором  $r_0 = r_{max}$ . Для боковых зрителей  $r_\alpha \ll r_{max}$ , а значит, снижается и контрастность изображения.

Исходя из этого, в рецензии и указано: «...приведенного сопоставления световых характеристик отражающих и пропускающих свет экранов недостаточно для утверждения автора о прогрессивности применения полупрозрачных экранов для дневной кинопроекции».

Действительно, слов автора о прогрессивности просветных экранов в книге нет, но ведь речь идет о сопоставлении их характеристик, как указано выше.

3. *О проекции изображения тела накала в кадровое окно.* Рецензент отмечает, что в главе четвертой (а не в книге) не рассматривается осветительно-проекторная система с проекцией тела накала на кадровое окно («автор останавливается здесь только на одной схеме...»).

В четвертой главе рассматриваются факторы, определяющие величину полезного светового по-

тока кинопроектора и пути уменьшения потерь света в осветительно-проекторной системе. По-видимому, именно в этой главе целесообразно говорить о рациональном построении осветительно-проекторных систем кинопроекторов.

Автор действительно рассматривает обе схемы построения осветительно-проекторных систем, но в другой главе (в пятой). В ней нет анализа потерь света в элементах осветительно-проекторной системы кинопроектора, поэтому автор лишен возможности должным образом вскрыть достоинства и недостатки каждой системы и довольствуется только кратким их перечислением.

Следовательно, это — замечание рецензента к построению книги, к расположению материала по главам.

4. *О коэффициенте пропускания  $\tau$  оптической системы.* На стр. 102 автор пишет:

«Эти потери можно выразить через коэффициент пропускания конденсора или вогнутого отражателя».

«При конденсоре с одной линзой или при вогнутом отражателе величина  $\tau$  лежит в пределах...».

Из этих строк ясно, что автор нечетко характеризует световые характеристики отражателя, пытается их оценить величиной  $\tau$ .

Об этом и пишет рецензент («зеркальный отражатель представляет собой сложную оптическую систему и не характеризуется коэффициентом пропускания  $\tau$ »).

5. *Об электрических параметрах угольных дуг.* В табл. 36, в третьем столбце указано «допустимые колебания, а», поэтому рецензент и пишет: «В таблице 36 не указано, о каких электрических параметрах высокоинтенсивных дуг идет речь».

6. *О термине «относительное отверстие обтюлятора».* Рецензент допустил некоторую ошибку; действительно, на стр. 12 книги автор пишет не об относительном отверстии обтюлятора, а об относительном открытии обтюлятора, однако это не снимает замечания рецензента по существу. Зачем вводить новый термин, когда сам автор (на стр. 120) пользуется для оценки свойств обтюлятора установившимся в кинотехнической литературе термином «коэффициент пропускания обтюлятора» и даже дает его определение.

Зачем в одной книге для оценки одного и того же явления вводить два термина? Об этом и говорит автор рецензии.

Из вышеизложенного следует, что большинство возражений автора книги Г. Л. Ирского на рецензию не имеют достаточных оснований или являются спорными (например, коэффициент допустимой засветки экрана).

Рецензент считал, что объективная подробная рецензия на книгу поможет как читателям, так и автору при последующей работе над книгой.

С. М. ПРОВОРНОВ

## ПЕРВОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ТЕЛЕВИЗИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКЕ

20—21 декабря 1962 г. в Москве состоялось первое Всесоюзное совещание по телевизионно-вычислительной автоматике, созданное Научно-техническим обществом радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова. В работе совещания приняло участие более 200 специалистов, связанных с промышленным телевидением, электронно-счетными машинами и автоматизацией производственных процессов. Участники совещания представляли 110 организаций.

В. С. Полоник в докладе «Современное состояние и перспективы применения телевизионной автоматики в промышленности, науке и технике» отметил, что различные задачи, решаемые с помощью телевизионной автоматики (ТА), целесообразно подразделять на следующие основные группы: 1) автоматическое определение линейных размеров изделий<sup>1</sup>; 2) автоматический контроль формы изделий; 3) счет числа различных объектов; 4) обнаружение изменений в изображении; 5) опознавание образов. Автор рассмотрел методику решения таких задач, привел многочисленные конкретные примеры использования ТА и перспективы ее развития.

В. С. Вихман сделал доклад «Автоматический контроль деталей машиностроения с помощью средств телевизионно-вычислительной техники», где были проанализированы принципы построения систем автоматического управления, использующих электронно-вычислительную технику. Большое внимание было уделено контрольно-измерительным приборам и датчикам, вырабатывающим информацию для ввода в быстродействующие вычислительные машины. Отмечалось, что опыт работ по созданию устройств автоматического контроля деталей машиностроения позволил сделать вывод о целесообразности использования для этих целей ТА. В докладе были рассмотрены основные системы ТА, пригодные для контроля деталей. Рассматривались также результаты производственных испытаний ТА и отмечалась перспективность применения таких устройств.

В. Л. Крейцер сделал доклад «О классификации и синтезе систем телевидения, предназначенных для автоматического контроля и управления техническими процессами».

В докладе предложено принять за основу рациональной классификации не области применения ТА, а методическую задачу, решаемую той или иной системой. За основные классификационные признаки автор рекомендует принимать свойства наблюдае-

мого объекта (процесса) и метод регистрации полученной информации. Предложена также классификация функциональных элементов, входящих в систему. Рассмотрены вопросы, касающиеся синтеза систем ТА. Показано, что для рационального решения наибольшего числа задач наименьшим числом различной аппаратуры необходимо унифицировать диаграмму уровней по видеосигналу и предусмотреть возможность синтеза различных систем ТА из наименьшего числа устройств.

Требования к телевизионной аппаратуре, используемой в системах автоматического управления производством, были изложены А. Б. Левитом<sup>1</sup>.

Б. Г. Подласкин в докладе «Автоматическая телевизионная регистрация быстропеременных оптических спектров» рассмотрел прибор, использующий принцип накопления. Весь спектр разворачивается во времени, и данные о всех частях спектра накапливаются в течение всего процесса. Приемником излучения служит суперорбитон. Запись спектра производится с экрана осциллографа. Была приведена блок-схема прибора и дана оценка его чувствительности.

Промышленные телевизионные установки, разработанные в Томском политехническом институте, были охарактеризованы в докладе И. Н. Пустынского, Ю. Н. Жукова, В. С. Чернышева<sup>2</sup>.

А. Г. Кондратьев, М. И. Лукин, Ю. Б. Мельничкий и В. Ф. Иванов сделали доклад о фототелевизионной скважинной установке<sup>3</sup>.

Доклад «Автоматизация измерения поперечного сечения тонких протягиваемых материалов с помощью средств телевидения» сделал А. А. Николаев. Он рассмотрел бесконтактный телевизионный метод измерения и прибор, разработанный для этой цели. Прибор включает в себя элементы промышленной телевизионной установки (развертка, предварительный усилитель, блок питания), элементы формирования видеосигнала и выделения рабочего импульса, элементы регистрирующего и указательного устройства. Исследование прибора показало возможность получения достаточной точности измерений.

Ю. Ф. Коркунов сделал доклад «Автоматический счет объектов в однородном поле наблюдения», в котором отмечалось, что телевизионные счетчики подразделяются на счетчики одинаковых частиц и счетчики частиц разных форм и размеров. Телеви-

<sup>1</sup> «Техника кино и телевидения», 1962, № 1.

<sup>2</sup> См. статью авторов, «Техника кино и телевидения», 1961, № 7.

<sup>3</sup> См. статью авторов, «Техника кино и телевидения», 1960, № 2.

<sup>1</sup> См. статью В. С. Полоника в № 11 журнала «Техника кино и телевидения» за 1962 г.

зионный счетчик частиц разных форм и размеров использует принцип исключения повторного подсчета частиц путем сравнения накопленных импульсов данной строки разложения с импульсами от последующей строки.

Н. В. Лаптева в докладе «Автоматическое обнаружение изменений на объекте методом стробирующих импульсов» рассмотрела системы, на выходе которых получают сигнал, воздействующий на систему управления или сигнализации. Для автоматического обнаружения динамических изменений в видеосигнале с помощью стробирующих импульсов на изображении выделяется участок раstra. При этом предполагается, что амплитуда видеосигнала на выделенном участке постоянна. При изменении на объекте, которые проявляются как изменение освещенности, амплитуда видеосигнала изменяется. Это изменение амплитуды может быть использовано для приведения в действие системы сигнализации.

Доклад «К вопросу о предельной пропускной способности телевизионного оператора» сделала Т. М. Цыкунова<sup>1</sup>.

Перспективы применения телевидения в автоматизации прокатных станков были изложены в докладе В. А. Рабиновича<sup>2</sup>.

Ч. Г. Постарнак рассказал о методах опознавания образов применительно к созданию телевизионных автоматов для дефектоскопии.

<sup>1</sup> См. статью «О пропускной способности зрения», «Техника кино и телевидения», 1961, № 3.

<sup>2</sup> См. статью В. А. Рабиновича, «Техника кино и телевидения», 1963, № 1.

В. А. Бубнов сделал доклад о телевизионном устройстве для автоматического определения среднеоптической плотности объекта.

Экспериментальная установка для измерения линейных размеров горячих поковок была рассмотрена в докладе Б. К. Макаревича и О. Д. Бычкова.

В заключительном докладе В. С. Полоник рассказал о серийных установках прикладного телевидения, выпускаемых отечественной промышленностью.

В решении совещания, принятом после обсуждения докладов, отмечено, что в технике появилось новое направление — телевизионная автоматика, т. е. «видящие» системы, способные на основе анализа визуальной информации принимать решения и подавать команды.

Первые разработки ТА показали реальность выполнения таких устройств и перспективность их использования.

Совещание рекомендовало расширить фронт работ в области ТА и создать специальную комиссию по их координации. Была одобрена инициатива ряда организаций, проявленная при разработке ТА и вычислительной техники. Руководителям машиностроительных, металлургических, приборостроительных, горно-рудных, химических, текстильных, пищевых и других предприятий рекомендовано изучить вопрос о путях использования ТА для быстрой автоматизации технологических процессов. Совещание подчеркнуло особую прогрессивную роль ТА при решении задач, поставленных ноябрьским Пленумом ЦК КПСС.

А. Я.

## XVI КОНГРЕСС МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ НАУЧНОГО КИНО

Осенью 1962 г. в Варшаве состоялся очередной XVI Конгресс Международной ассоциации научного кино (МАНК). В рамках конгресса был проведен и Международный фестиваль научно-популярных фильмов.

В конгрессе участвовали делегации тридцати стран, а также представители международных организаций, многие гости из различных стран мира, польские ученые, инженеры и работники киностудий.

На заседаниях конгресса был заслушан ряд научных докладов и сообщений по актуальным вопросам теории и техники современного научного кино.

Делегация Советского Союза представила на конгресс два доклада: доклад кинодраматурга И. А. Василькова о проблемах научно-фантастических фильмов и доклад сотрудника НИКФИ А. А. Сахарова о методике и технике исследовательских киносъемок с частотой 100 тыс. и 100 млн. кадр/сек, сопровождавшийся фрагментами съемок.

Доклады были встречены многочисленной аудиторией с большим интересом. Поставленные в них вопросы докладчики развивали в дополнительных выступлениях и беседах с работниками польских научно-исследовательских организаций и киностудий.

На фестивале и на заседаниях секций конгресса было просмотрено и обсуждено около 200 научно-

популярных, учебных и научно-исследовательских фильмов, представленных двадцатью странами. Фильмы отобразили новейшие достижения науки и промышленности, продемонстрировали высокий уровень техники современного научного кино.

Лучшим фильмам Генеральная ассамблея конгресса присудила почетные дипломы ассоциации.

Из фильмов, представленных Советским Союзом, почетный диплом присужден научно-популярному фильму «Рассказ об одном опыте» (Грузинская студия хроникально-документальных и научно-популярных фильмов). Он посвящен работе Института патологии и экспериментальной терапии Академии наук СССР и содержит кинодокументацию испытаний лечебных препаратов и моделирования хода некоторых заболеваний на обезьянах.

Почетными дипломами ассоциации был отмечен также ряд разнообразных по своей тематике исследований фильмов, снятых различными способами при помощи новейшей специальной киносъемочной аппаратуры.

На использовании цейтраферной съемки был основан чехословацкий фильм о действии гибберелина на рост и движение растений (автор — проф. Я. Цалабек, известный своими работами по изучению автономных движений растений).

Методом цейтраферной микрокиносъемки были выполнены основные кадры в венгерском фильме об изменении бактерий в результате недостаточного лечения пенициллином и в двух фильмах

Германской Демократической Республики, в одном из которых был показан процесс возникновения сферопластов из нормальных бактерий под действием пенициллина, в другом — копуляция клеток и образование аскоспор.

Несколько фильмов, посвященных проблемам эмбриологии, были сняты с использованием макро- и микрокиносъемки: фильм Института генетики Эдинбургского университета (Шотландия) об исследовании роста зародыша в курином яйце, аналогичный ему по тематике румынский фильм «Исследования в области экспериментальной эмбриологии», а также фильмы Германского центрального института учебных пособий (ГДР) об изучении физиологического развития двукрылых (на примере яйца мясной мухи) и об изучении патогенеза гибели плода под воздействием ядов на конечную систему проведения раздражения (на примере яйца акулы).

Значительный интерес вызвал французский микробиологический фильм об облучении живых клеток ультрафиолетовыми лучами. При съемке этого фильма была применена специальная микрокиноустановка с дополнительными источником света и оптической системой, позволяющими в процессе эксперимента подвергать кратковременному облучению участок клетки диаметром 0,2—10 м.

В голландском фильме «Рентгенокиносъемка желудочно-кишечного тракта кошки» при помощи рентгеновской киносъемки был прослежен полный цикл прохождения пищи по желудочно-кишечному тракту.

Высокоскоростная съемка успешно использована в ряде венгерских фильмов, относящихся к области техники и промышленности: разрушение бетонных блоков под действием ударной нагрузки, деформация образцов резины при испытании их на усталость, исследование механизма

бумагопрядильной машины и испытание электросварочного автомата, а также (в сочетании с микрокиносъемкой) при кинорегистрации опытов по возбуждению электрическим током изолированных нервных волокон. Съемки производились аппаратом «Цайт-лупа-1» (Дрезденского завода киноаппаратуры, ГДР) с частотой от 750 до 1500 кадр/сек.

Экспериментальные киносъемки с телевизионного экрана были продемонстрированы в фильме «Дифференциация протозоев» (ГДР), созданном Германским центральным институтом учебных пособий и Технической студией телевидения. По сообщению авторов фильма, благодаря применению телевизионной техники яркость снимаемого изображения удалось повысить в 100 раз.

Специальные почетные дипломы за особые достижения в развитии научно-популярной кинематографии были присуждены: за глубокое раскрытие научной темы — итальянскому фильму «Излучения»; за поэтическое изображение картин природы — советскому фильму «Дорогой предков» (Московская студия научно-популярных фильмов); за оригинальное использование техники — французскому фильму «Демонстрация системы съемки с вертолета при помощи объектива с переменным фокусным расстоянием, снабженного электрическим управлением»; за высокое качество микрокиносъемки — польскому фильму «Миксомицеты» и чехословацкому фильму «Гидра».

Варшавский конгресс Международной ассоциации научного кино, прошедший при активном участии польской научной и кинематографической общественности, сыграл важную роль в деле укрепления международного культурного сотрудничества. Популяризация итогов конгресса будет способствовать дальнейшему развитию научной кинематографии.

А. С.

## ОБ УЧЕБНОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ

Пензенская студия телевидения регулярно проводит учебные телевизионные передачи. Начались они в конце 1961 г. с показа учебных фильмов, которые демонстрируются три раза в неделю по различным предметам — истории, географии, физике и т. д. Совместно с Пензенским педагогическим институтом и Институтом усовершенствования учителей был разработан график показа учебных кинофильмов.

Но так как учебный фильмофонд ограничен, а фильмокопии нередко имеют низкое качество, Пензенская студия телевидения начала и студийные передачи по некоторым темам учебных дисциплин. После первых же передач на студию стали поступать многочисленные заявки телезрителей. В городах и селах области насчитывается более 30 тысяч телевизоров, а учащиеся являются постоянными телезрителями.

Как показал опыт, большую пользу приносит организованный просмотр учебных телевизионных передач в школах-интернатах.

С пуском ПТС студия организует специальные передачи для использования на занятиях, а также систематические телевизионные передачи интерес-

ных уроков. Студия поставила перед собой задачу создать ряд тематических передач по многим учебным предметам и проводить их планомерно.

Пензенская студия накапливает опыт ведения учебных передач, выявляет новые возможности телевидения (например, демонстрации различных физических явлений, рассмотрение устройства и работы машин и механизмов и др.), изучает эффективность проведенных передач.

Проведение учебных передач связано с большими организационными трудностями.

Совместно с отделом народного образования нужно обеспечить повышение качества учебных передач, проведение их увязать с календарными учебными планами; все школы необходимо обеспечить телевизионными приемниками, особенно проекционными, а студию оснастить соответствующим оборудованием для демонстрации учебных фильмов.

Решение этих неслучайных задач определяет в настоящее время эффективность и массовость учебного телевидения.

М. М. РОЖКОВ

Пензенский педагогический институт

## МОСКОВСКАЯ ГОРОДСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ КИНОЛЮБИТЕЛЕЙ

В конце декабря прошлого года в Москве была проведена 1-я городская конференция кинолюбителей.

Представители большой армии кинолюбителей столицы собрались вместе, чтобы обсудить и принять устав, выбрать руководящие органы общества, обсудить проблемы и задачи кинолюбительского движения.

С отчетным докладом о проведенной работе выступил председатель Оргкомитета общества С. И. Наумов. Организованное четыре года назад Московское городское общество кинолюбителей объединяет теперь 4360 кинолюбителей. Общество направляло деятельность любительских киностудий и кинолюбителей в вопросах идейного и художественного развития, содействовало творческому и техническому росту кинолюбителей, обобщало опыт и широко пропагандировало их лучшие работы.

В целях повышения идейно-художественного уровня любительских кинофильмов в девяти секциях общества было проведено в общей сложности 250 просмотров и критических разборов работ кинолюбителей. Для повышения знаний кинолюбителей в области кинотехники и операторского мастерства обществом организовано 175 различных занятий и консультаций; 90 тематических вечеров проведено непосредственно на фабриках и заводах, в институтах, кинотеатрах.

В популяризации любительских фильмов большую помощь оказывало Центральное телевидение. Только в 1962 г. по телевидению демонстрировалось примерно 170 фильмов кинолюбителей.

Прошедший недавно Второй Всесоюзный смотр любительских фильмов показал возросшее мастерство москвичей. Из пяти главных премий две вручены кинолюбителям столицы.

Общество стремилось наладить материально-техническое снабжение любительских кружков и киностудий, помогло некоторым из них получить необходимое оборудование. В 1963 г. любительские студии предполагается обеспечить малогабаритными проявочными машинами МП-16. Для помощи начинающим студиям будут привлекаться опытные профессиональные работники кино. Предполагается организовать семинар для руководителей студий, а также семинары для начинающих кинолюбителей.

Мы будем стремиться,—сказал в заключение т. Наумов,—превратить наше общество в подлинно творческую организацию кинолюбителей.

С докладом о проекте устава общества выступил И. Д. Бобровский.

Выступавшие делегаты отмечали успехи в деятельности общества, говорили о трудностях, встречающихся в работе любительских студий.

Тов. Михеев (руководитель киностудии Первого часового завода) поставил вопрос о создании Дома кинолюбителей. Отсутствие такого методи-

ческого центра московских кинолюбителей тормозит их творческий рост.

Тов. Кримерман (директор магазина «Кинолюбитель») рассказал о техническом оснащении кинолюбителей и о качестве кинолюбительского оборудования.

О необходимости общественного контроля на предприятиях, изготавливающих кинотовары, говорил т. Юшин (руководитель любительской студии Госплана РСФСР).

Тов. Каганов (любительская киностудия «Метро-стройка») предложил создать при обществе фильмотеку и фонотеку.

Выступление заместителя председателя секции по работе с кинолюбителями при ЦРК СССР Я. М. Толчана было посвящено основному вопросу—идейной направленности любительских кинофильмов.

Тов. Бескурников (один из самых первых членов Московского городского общества кинолюбителей) рассказал об истории создания этой организации, выдвинул ряд предложений для улучшения работы общества.

Киносценарист т. Старшов предложил полнее использовать помощь профессиональных работников кино любительским киностудиям.

Начальник Лаборатории по обработке любительских киноплёнок т. Кариус рассказал о работе недавно открывшейся Лаборатории для кинолюбителей, ответил на вопросы участников конференции по качеству обработки плёнок. Он обратился к предприятиям—изготовителям любительских плёнок с предложением установить тесное деловое сотрудничество.

Повышению роли общественности в работе Московского общества было посвящено выступление кинорежиссера т. Константинова.

Представители студенческих киноколлективов столицы т. Решетников (Институт стали) и т. Соколов (Инженерно-строительный институт) предложили создать городской клуб кинолюбителей, больше привлекать студентов и выпускников ВГИКа к работе с кинолюбителями.

Многие из выступавших требовали усилить творческую работу в секциях общества и установить самый тесный контакт с любительскими киностудиями.

Выступивший в заключение конференции председатель секции по работе с кинолюбителями при ЦРК СССР Г. Л. Рошаль поставил перед обществом важную задачу—объединить кинолюбителей Москвы в Центральную студию и заверил участников конференции, что в 1963 г. к работе с кинолюбителями будет привлечено больше профессиональных работников кино, чем это было раньше.

Конференция избрала Правление и ревизионную комиссию Московского городского общества кинолюбителей, утвердила его устав.

В. К.

## CONTENTS

<b>At the «Soyuzmultfilm» Studio. Y. I. Be-lyayev . . . . .</b>	<b>1</b>
---	----------

### **Science and Technology**

<b>Image Sharpness and Angular Dimensions of Screens in Different Systems of Cinematography. V. G. Komar . . . . .</b>	<b>9</b>
--	----------

Problems of evaluation of different cinematographic systems are discussed in regard to their main picture qualities: sharpness of image, angular dimensions of screen and quantity of information. Evaluation is based upon the author's previous study of image sharpness in cinematography with the help of frequency vs. contrast characteristics of cinematographic process.

<b>Technical Characteristics of Interlocking and Three-link Speed Stabilisers in Film Projectors. A. V. Solomonik . . . . .</b>	<b>15</b>
---	-----------

Technical data have been calculated of interlocking speed stabilisers and «Davis-drives» in new film projectors. It is shown that block-stabilisers with elastic shaft have the best data.

<b>Improving Sound Reproduction in Cinema Theatres. A. N. Kacherovitch . . . . .</b>	<b>24</b>
--	-----------

Results of experiments are discussed on improving sound reproduction with the help of lagging signals.

<b>Analysis of in Front Distortions in Two-channel Stereophonic System Using Phantom Channels. J. B. Pascaleff, G. P. Malinovskiy (Bulgaria) . . . . .</b>	<b>30</b>
--	-----------

A theoretical analysis of in front distortions in different two-channel stereophonic systems using two or three microphones in recording and two or three loudspeakers in reproducing. The results are compared to those obtained by using ordinary three-channel stereophonic systems.

<b>Automatic Control of Video Signal Level in Vidicon TV Cinema Channel. I. I. Sheifis, E. O. Zagorovsky . . . . .</b>	<b>34</b>
--	-----------

A system of automatic control of video signal level in vidicon's TV cinema channel is discussed. Controlling voltage is applied to the cathod of the vidicon. Owing to stabilisation of voltage between the cathod and the control electrode there is no neccessity in an additional power source. This system has high stability, fidelity and high speed. The results of experimental study of the system characteristics coincide with the data of theoretical analysis.

<b>Compatible Systems of Colour TV with Balanced Signal. A. K. Kustaryov . . . . .</b>	<b>43</b>
--	-----------

Possibility is discussed of making colour TV systems with nonsymmetrical but balanced colour subcarrier signal, presence of which makes it possible to simplify TV sets with single-ray kinescopes. The signal balance is achieved through choosing primary colours of the set. Possibility of balance is also studied when axes of two colour difference signals are orthogonal.

<b>Transmission of Black-And-White Stereo Images in Colour TV Channel. B. G. Jebel, V. E. Jakonia . . . . .</b>	<b>51</b>
---	-----------

A method of transmission of stereoscopic images with the help of colour TV system is analysed. This method provides for the use of two colour TV channels for transmission of signals of the black-and-white stereocouple. Only slight circuit changes in colour TV studio equipment are required for this.

There is no need to make any drastic changes in circuits of ordinary colour TV sets. Use of corresponding colour eyeglasses is provided, which gives the spectators the possibility to see stereo black-and-white pictures. Results of experimental test of this method are given.

<b>Study of Operation of Image Orthicon in a State of Short-Time Storing. E. A. Sadkovskaya, I. V. Myasisheva . . . . .</b>	<b>57</b>
---	-----------

Results of study of image-orthicon tubes are given in a state of standard interlacing at short-time charge storing obtained through the use of electronic gate.

<b>New Method of Transverse Recording of Electric Signals on Magnetic Tape. V. M. Sasin . . . . .</b>	<b>61</b>
---	-----------

<b>Hardening of Colour Positive Film With Potassium Alum. I. D. Golovatenko, R. M. Maistrovov, S. A. Titova . . . . .</b>	<b>64</b>
---	-----------

Conditions for hardening colour positive film in fixing-hardening solutions with potassium alum are studied also the use of potassium alum in special hardening baths.

### **Our Post Box**

<b>Adaptability of the Coating Theory When Using Shakirov Cuvette. B. V. Deryagin, S. M. Levi . . . . .</b>	<b>68</b>
---	-----------

### **Industrial Experience**

#### **At the Studios**

<b>Use of Densitometers for Measuring Increased Densities of Sound Track. E. V. Ksandrov, B. P. Tchernyavsky . . . . .</b>	<b>70</b>
--	-----------

#### **At TV Stations**

<b>Electrical Button Switch. A. L. Levin . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>8 mm Motion Picture Camera «Ecran». R. M. Gainulin, A. A. Usachyov . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>Design Shortcomings of the 16CII Motion Picture Camera . . . . .</b>	<b>75</b>

### **Foreign Technology**

<b>Projection Carbons. T. V. Derbisher . . . . .</b>	<b>76</b>
--	-----------

Data are given on high-intensity projection carbons manufactured at present in the USA and some European countries.

Values of usefull light flux are cited for projectors using the carbons under review.

<b>Abstracts from Technical Journals . . . . .</b>	<b>80</b>
--	-----------

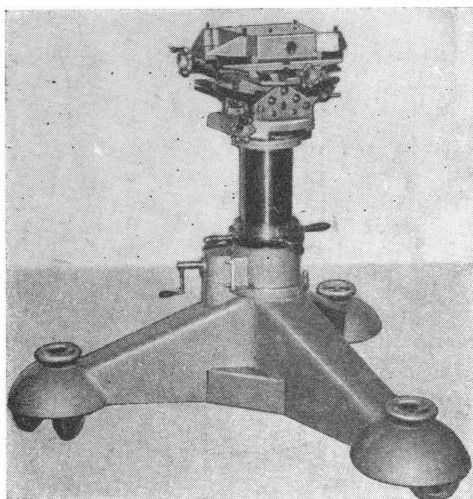
### **Bibliography**

<b>A Book on Organization and Technique of Motion Picture Production. V. Tolmachov . . . . .</b>	<b>89</b>
--	-----------

### **Scientific-Technological News**



## ШТАТИВ ДЛЯ ПОКАДРОВЫХ ПРОЕКТОРОВ



В Московском конструкторском бюро киноаппаратуры разработан и изготовлен штатив 1ШПП. Штатив предназначен для покадровых проекционных установок типа ППУ-3 или ППУ-70. Он прост по конструкции и удобен в эксплуатации.

Штатив рассчитан для работы на киностудиях в условиях цехов комбинированных съемок. Благодаря устойчивости штатива можно с большей точностью перемещать покадровый проектор и надежно фиксировать его в заданном положении.

На штативе может быть установлен также киносъемочный аппарат для различного рода комбинированных съемок (перспективное совмещение, дорисовка, последующая домакетка и т. д.).

### Основные технические данные штатива:

Грузоподъемность — до 100 кг.

Пределы панорамирования:

а) горизонтальное —  $360^\circ$ ;

б) вертикальное —  $\pm 15^\circ$ .

Установочные перемещения головки штатива:

а) вверх-вниз — 200 мм;

б) вперед-назад —  $\pm 75$  мм;

в) слева-направо — 75 мм.

Управление — ручное.

Смазка — местная.

Габариты:

максимальная высота — 1050 мм;

минимальная высота — 850 мм;

диаметр окружности вокруг

трепальной части — 1350 мм;

вес — 120 кг.

Опытный образец штатива прошел эксплуатационные испытания на киностудии «Мосфильм» и рекомендован к серийному производству.

Технический редактор Н. Матусевич

A01263

Сдано в производство 11/I 1963 г.

Подписано к печати 5/III 1963 г.

Формат бумаги 84×168/16

6 печ. л. (9,94 усл.)

Уч.-изд. л. 10,2

Заказ 23

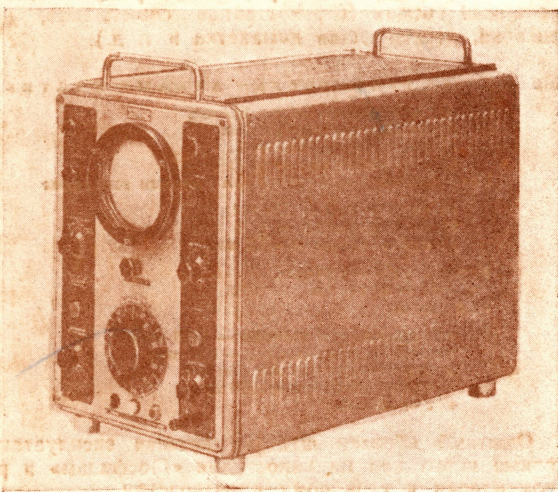
Цена 68 коп.

Тираж 5150 экз.

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



**ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА  
ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИНИЙ,  
РАБОТАЮЩИЙ ИМПУЛЬСНЫМ  
МЕТОДОМ  
(ТИПА/1158/S/ТТ-2201)**



Определение места повреждений, возникающих в воздушных линиях, силовых проводах и кабелях, производится импульсным методом — путем измерения промежутка времени от передачи до возвращения импульса. Поэтому прибор можно было бы назвать и «проводным локатором». Прибор пригоден для испытания проводов длиной от 150 м до 150 км.

Экспортирует: **МЕТРИМПЭКС —**

Венгерское внешнеторговое предприятие  
по изделиям приборостроения  
Почтовый адрес: *Будапешт, 62, п/я 202*  
Телеграфный адрес: *«Инструмент»,  
Будапешт*

**Цена 68 коп.**