

**Т**

**ТЕХНИКА**

**КИНО**

**М**

*СОВЕТСКИЙ*

**7** ИЮЛЬ  
1963

## СОДЕРЖАНИЕ

Очередные задачи развития материально технической базы культуры . . . . .	1	На телецентрах	
Новые достижения в исследовании космоса . . . . .	5	<b>Б. П. Фридман.</b> Новая система беспроводной режиссерской связи телецентра . . . . .	61
<b>Научно-технический отдел</b>		<b>А. Беспаятнов.</b> Опыт эксплуатации и ремонта пола телевизионной студии . . . . .	66
<b>С. Б. Гуревич, Г. А. Гаврилов.</b> Оценка информационной емкости и чувствительности фотографических материалов . . . . .	7	<i>Из редакционной почты</i> . . . . .	67
<b>Д. К. Балабуха.</b> Цветовоспроизведение при контратипировании на пленке КП-3 . . . . .	15	* * *	
<b>М. Г. Шамштейн.</b> Расчет экспозиции при печати цветных фильмокопий . . . . .	22	<b>В. М. Розенблит.</b> Запись звука на ферромагнитную дорожку любительского кинофильма	68
<b>Н. Г. Дерюгин.</b> Коррекция искажений цветопередачи при телекинопроекции в цветном телевидении . . . . .	30	<b>Зарубежная техника</b>	
<b>Л. А. Пекный, Б. Г. Подласкин.</b> Формирование периодической развертки с паузой между кадрами . . . . .	38	<b>Н. И. Кириллов, Е. М. Фельдшеров.</b> Устройство для быстрой обработки кинофотоматериалов . . . . .	71
<b>М. Г. Арутюнов.</b> Переходные затухания в многоканальных блоках магнитных головок . . . . .	41	<b>Реферативный отдел</b> . . . . .	82
<b>Ю. В. Бреус.</b> Каким должен быть объем ателье для записи музыки . . . . .	51	<b>Научно-техническая хроника</b>	
<b>Из производственного опыта</b>		XIX Всесоюзная научная сессия, посвященная Дню радио . . . . .	92
<b>На киностудиях</b>		Московская конференция киномехаников . . . . .	95
<b>Я. Л. Лейбов.</b> Передвижная риппроекционная установка . . . . .	59	<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. Годдовский,  
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. Трусско, В. И. Успенский, П. В. Шмаков

Адрес редакции: Москва, А-57, Ленинградский просп., 47  
Телефон: Д 7-00-22, доб 5-25, 3-18

# ТЕХНИКА И КИНО ТЕЛЕВИДИЕНИЕ

Орган

Государственного комитета

Совета Министров СССР

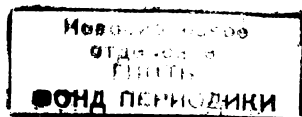
по кинематографии

ГОД ИЗДАНИЯ СЕДЬМОЙ

№ 7

ИЮЛЬ

1963



г 237  
63м

## ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ КУЛЬТУРЫ

Июньский Пленум Центрального Комитета КПСС явился важной вехой на пути коммунистического строительства. Исходя из решений XXII съезда и программы Партии, Пленум определил конкретные задачи идеологической работы.

Партия ведет активное наступление на всех фронтах коммунистического строительства, одновременно решая органически слитные задачи создания материально-технической базы коммунизма и коммунистической воспитания трудящихся.

В современных условиях идеологической работы особое значение имеют кино и телевидение. Как ударные силы идеологического фронта, кино и телевидение в минувшее десятилетие развивались очень быстро. В 1953 году число киноустановок составляло 52 228, а к началу 1963 года киносетью страны насчитывала 120 тыс. кинотеатров и киноустановок, семилетний план развития киносети выполнен досрочно.

Развитие телевидения идет стремительными темпами; если в 1953 году работало всего лишь три телецентра и было 225 тыс. телевизионных приемников, то к 1963 году в стране работает 100 программных телецентров и 30 ретрансляционных станций, у населения имеется около 10 млн. телевизионных приемников, примерно половина территории страны охвачена телевизионным вещанием. В этом году исполнилось 25 лет советского электронного телевизионного вещания.

Подлинным триумфом советского телевидения являются передачи из космоса, наша страна стала родиной космовидения.

Кинематограф и телевидение как новые виды искусства и зрелища возникли на базе современной науки и техники. Развитие и успехи кино и телевидения неразрывно связаны с промышленностью, наиболее современными научными и техническими открытиями.

\* \* \*

Количественный рост фильмопроизводства (от 6—8 до 100 художественных фильмов в год), массового тиражирования кинофильмов и киносети потребовали значительного увеличения производственной мощности киностудий, киноплёночной, копировальной и киномеханической промышленности.

Увеличение объема кинопроизводства и кинопроката фильмов требовало решать многие научно-технические и производственные проблемы. Необходимо было расширить производственную базу киностудий. Генеральный план расширения и реконструкции старейшей киностудии страны «Большого Мосфильма» предусматривает довести производственную мощность до 40 полнометражных художественных фильмов в год.

В результате завершения большей части строительства, оборудования новых павильонов и реконструкции ранее действующих уже сейчас киностудия может выпускать около 30 полнометражных фильмов. По техническому оснащению, современности съемочных и технологических процессов «Мосфильм» является одной из лучших студий.

Большие работы по строительству и реконструкции проведены на киностудии «Ленфильм», строятся новые киностудии научно-популярных и мультипликационных фильмов в Москве.

Во многих союзных республиках вводятся новые мощности кинопроизводства. Значительно расширяется после реконструкции Киевская киностудия имени А. П. Довженко, вступили в строй новые киностудии в Минске и Риге, строятся и проектируются новые киностудии в Узбекской, Таджикской, Азербайджанской, Грузинской, Армянской и в ряде других республик.

Одним из важнейших вопросов улучшения материально-технической базы кинематографии является производство киноплёнки. Реконструкция киноплёночных предприятий позволила значительно увеличить производство и ассортимент выпускаемых киноплёнок, хотя по своему качеству продукция киноплёночной промышленности не всегда удовлетворяет киностудии и копировальные фабрики, особенно это относится к цветным киноплёнкам.

Кинокопировальная промышленность Советского Союза выпускает разнообразную кинопродукцию: цветные и черно-белые фильмокопии обычных 35-мм фильмов и 16-мм, широкоэкранных, широкоформатных и панорамных фильмов.

Благодаря проведенной реконструкции и специализации кинокопировальных фабрик киносети нашей страны обеспечивается необходимым количеством фильмокопий, а тиражирование фильмов происходит в более сжатые сроки.

Большую работу по разработке новой аппаратуры и технологического оборудования ведут конструкторские организации: Центральное конструкторское бюро в Ленинграде, Московское конструкторское бюро киноаппаратуры и Специальное конструкторское бюро киноаппаратуры в Одессе, особенно большой разворот новых конструкторских разработок имеет место в последние 5 лет.

Наряду с киномеханическими заводами, специализированными для выпуска различной киноаппаратуры и кинооборудования («Москинап», «Ленкинап», Одесский, Самаркандский, Киевский заводы киноаппаратуры), производством аппаратуры и многих других видов продукции для кинематографии (особенно для киносети) занимается большое число предприятий.

Важным итогом развития материально-технической базы кинематографии последних лет является решение научно-технических проблем создания новых видов кинематографа. Большие коллективы ученых, инженеров, конструкторов и рабочих трудились над разработкой отечественных систем широкоэкрannого и широкоформатного кино, кинопанорамы и кругорама.

Разработана и освоена производством вся линейка необходимой аппаратуры и оборудования от киносъемки до кинопроекции. Причем новые виды кинозрелища выдвинули новый тип кинотеатра большой вместимости и киноконцертного зала многоцелевого назначения на две, четыре и шесть тысяч мест.

Замечательным достижением научно-технической мысли явилось сооружение Кремлевского Дворца съездов, звукотехническое, кинотехническое и телевизионное оборудование которого выполнено на основе наиболее современных и прогрессивных технических решений.

Опыт оборудования большого зала Кремлевского Дворца съездов на шесть тысяч мест послужит образцом для последующих работ аналогичного характера.

\* \* \*

В настоящее время, когда решены многие задачи реконструкции производственной базы кинематографии и технического переоснащения киностудий, копировальных фабрик, заводов киномеханической промышленности, возникают новые вопросы наиболее рационального использования кинотехнических средств, дальнейшего совершенствования кинопроизводства, ускорения технического прогресса во всех звеньях кинематографического процесса.

Качество киноизображения, с которым в конечном итоге встречается кинозритель, имеет прямое отношение к восприятию кинофильма как произведения искусства. Если фильм сделан технически слабо и показан в кинотеатре или на киноустановке на низком техническом уровне, замысел произведения и его художественное воплощение теряет силу звучания с экрана.

В докладе «Очередные задачи идеологической работы Партии» на Пленуме ЦК КПСС товарищ Л. Ф. Ильичев сказал:

— Наш народ любит кино. Ежедневно одиннадцать миллионов человек смотрят кинофильмы. Но встречи с экраном не всегда доставляют зрителям радость, не всегда обогащают духовно, делают нравственно чище и благороднее.

Это замечание о неудовлетворенности зрителя от встречи с экраном порой относится и к деятелям кинотехники, когда не обеспечивается высокое техническое качество фильма или же фильм на киноустановке показывается плохо. В кинематографе всякий брак неприемлем, в том числе и технический.

Первоочередной и наиболее ответственной задачей ближайшего будущего является улучшение качества выпускаемых киноплёнок. Киностудии необходима уверенность в положительных результатах работы на киноплёнке, как основном материале съёмочного процесса. Большие трудности испытывают и кинокопировальные фабрики, получая киноплёнки с нестандартными техническими характеристиками и отдельными видами производственного брака.

Повышение чувствительности киноплёнок, фотографической широты, стабильности технических характеристик отдельных производственных партий, безусловное устранение любых видов плёночного брака — таковы основные требования потребителей. Эти требования относятся прежде всего к цветным плёнкам.

Улучшение качественных показателей работы требуется и на других участках кинематографического производства и эксплуатации.

В 1962 году состоялись совещания-семинары главных инженеров киностудий и инженерно-технических работников кинофикации и кинопроката совместно с представителями промышленности, на которых было высказано много претензий к заводам-изготовителям.

Нередки случаи, когда съёмочные аппараты, аппаратура звукозаписи и перезаписи, сложное технологическое оборудование, поступающие с заводов на студии и на кинокопировальные фабрики, требуют дополнительных трудоёмких регулировок и отладки, что связано с потерей времени и большими финансовыми расходами.

Особенно серьёзные претензии были предъявлены к заводам, поставляющим кинопроекторную аппаратуру и киноматериалы для киносети. Пожелания и рекомендации специалистов кинопроизводства и кинофикации должны получить конкретное воплощение в работе соответствующих предприятий.

В выступлении на Пленуме ЦК КПСС Председателя Государственного Комитета Совета Министров СССР по кинематографии товарища А. В. Романова отмечалось, что производство фильмов необычайно выросло, только за последние пять лет было создано 510 полнометражных художественных фильмов, не считая фильмов-концертов, и несколько тысяч хроникально-документальных и научно-популярных фильмов.

Проведенная реконструкция производственно-технической базы киностудий и её дальнейшее завершение обеспечивают возможность наращивания мощностей кинопроизводства. Сейчас очень важно выявить все средства наиболее рационального использования имеющейся техники путем кузования и специализации по записи и перезаписи, обработке цветных материалов, унификации на киностудиях основных тех-

нологических процессов, более широкого применения электроники.

Полезно обратить внимание киностудий на увеличение выпуска широкоэкранных, широкоформатных и панорамных фильмов. В стране действует более 2000 широкоэкранных кинотеатров, 13 широкоформатных и около 10 панорамных. Строительство таких кинотеатров продолжается, зрители полюбили новые виды кинозрелища. Однако фильмов для них выпускается очень мало, новые кинотехнические средства в киносети используются слабо.

Имеются недостатки и в использовании новой кинотехники при производстве фильмов. Так, например, к 1963 году закончено оборудование нового звукотехнического комплекса на Ленинградской студии кинохроники. Первый опыт эксплуатации базы показал, что здесь созданы все условия для качественного озвучивания, перезаписи и дублирования фильмов новых видов кинематографа и что вести работы на Ленинградской базе экономически выгоднее, чем в прежних условиях. До сих пор по причинам недостаточной организованности новая технически совершенная база не загружена необходимыми заказами.

Пленум обратил внимание на вопросы усиления организаторской работы и повышения ответственности на всех участках идеологии и производства. Эти указания в полной мере относятся и к работе киностудий.

Важной очередной задачей кинематографии является повышение культурно-технического уровня работы киноустановок. Подавляющая часть киноустановок (100 тысяч) расположена в сельской местности, это кинотеатры небольшой вместимости или кинопередвижки.

Медленно ведется разработка и подготовка серийного выпуска кинопроекторной аппаратуры для кинотеатров средней и малой вместимости. Недостатки аппаратурного характера, технически слабые фильмокопии (особенно цветные) и организационно-технические неполадки в эксплуатации киноустановок создают неравные с городом условия кинопоказа, что не может не вызывать неудовлетворенности зрителей.

Для улучшения работы киносети в сельской местности требуется не только улучшение ее материально-технической базы, но и усиление контроля за техническим каче-

ством работы киноустановок со стороны органов кинофикации, повышение технического и культурного уровня кинорботников.

Технико-экономический анализ эффективности использования новых технических средств в кинопроизводстве и кинопромышленности, усовершенствование аппаратуры и технологических процессов, обсуждение возможностей кооперирования технической базы кино и телевидения позволяют выявить резервы производства и принять меры к снижению стоимости выпускаемых кинофильмов и экономии расходуемых средств.

Ведущая роль в разработке и решении проблем дальнейшего развития научно-технической базы кинематографии принадлежит НИКФИ и его филиалам.

Проблемой номер один является усовершенствование цветных киноплёнок. Наряду с работами в области оптики, съёмочной, записывающей и проекционной аппаратуры, технологического оборудования, автоматизации производственных процессов, большое место в работах НИКФИ должны занимать поиски новых принципов осуществления кинематографических процессов на основе применения новейших отраслей науки и техники.

Партия и Советское правительство уделяют большое внимание кинематографу. В целях улучшения руководства развитием кинематографии создан союзно-республиканский Комитет Совета Министров СССР по кинематографии.

На Комитет возложено осуществление единой технической политики в области кинематографии и производства киноаппаратуры, оборудования и кинофотоплёнок для всех предприятий, независимо от их ведомственной подчиненности.

Пленум ЦК КПСС в своем Постановлении, принятом 21 июня 1963 года, поручил Госплану СССР, ВСНХ совместно с Советами Министров союзных республик разработать план культурного строительства на 1964—1970 годы, предусматривающий развитие и укрепление материальной базы идеологической работы.

Пленум призвал советскую интеллигенцию: инженерно-технических и научных работников, преподавателей, деятелей литературы и искусства еще активнее участвовать в идеологической работе, помогать партии формировать коммунистическое мировоззрение народа.

# НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ КОСМОСА



В июне 1963 г. народы всего мира с восхищением узнали о новом грандиозном успехе советской науки и техники. Героические советские космонавты Валентина Владимировна Терешкова и Валерий Федорович Быковский совершили многодневный совместный космический полет.

Корабль-спутник «Восток-5», управляемый летчиком-космонавтом В. Ф. Быковским, облетел 81 раз вокруг земного шара и за 119 часов прошел расстояние более 3 миллионов 300 тысяч километров.

Корабль-спутник «Восток-6», пилотируемый летчиком-космонавтом В. В. Терешковой, облетел вокруг нашей планеты 48 раз и за 71 час прошел расстояние около 2 миллионов километров.

Беспримерное по длительности пребывание человека в космосе обогатило науку новыми данными, имеющими неопределимое значение для дальнейших космических полетов и исследований Вселенной.

Во время полетов космонавты осуществляли управление кораблями, контролировали работу бортовых систем, проводили комплекс научных исследований и вели на-

блюдения: земной поверхности и ее облачного покрова, Солнца, Луны и звезд. Между обоими кораблями-спутниками и наземными пунктами поддерживалась четкая и надежная двухсторонняя радиосвязь. Телеметрическая и телевизионная аппаратура позволила осуществить постоянный контроль за состоянием космонавтов и работой бортовых систем. Наземный измерительно-вычислительный комплекс обеспечивал измерения и обработку информации о траекториях полета космических кораблей.

Во время этих исторических полетов систематически велись передачи советского космовидения. Кроме того, сигналы изображений, передаваемых из космоса, записывались на видеоманитофоны и затем воспроизводились в удобное для телезрителей время.

Телезрители могли видеть многие детали поведения космонавтов во время полета и оценить, насколько улучшилось качество телепередач из космоса. Телевизионные изображения из космоса, полученные на нескольких приемных пунктах, проецировались на передающие трубки, и усиленные

↑ **Первая в мире женщина — летчик-космонавт Валентина Терешкова и летчик-космонавт Валерий Быковский, осуществивший самый длительный космический полет. Сигналы этих изображений были приняты из космоса и записаны на видеоманитофон во время исторического полета кораблей-спутников «Восток-5» и «Восток-6»**

телевизионные сигналы передавались по наземным линиям связи на Московский телецентр. Далее изображения по радиорелейным и кабельным линиям передавались по телевизионной сети Советского Союза, а также сети Интервидения и Евровидения.

Телевизионные изображения, принятые из космоса, смотрели многие миллионы советских людей, население европейских социалистических стран, а также телезрители Западной Европы.

С целью улучшения качества телевизионных изображений в кабине корабля было создано равномерное освещение и была применена регулировка яркости, действующая при изменении освещенности. Кроме того, была разработана специальная светосильная оптика. Для сужения спектра частот, занимаемого в эфире при передаче по каналу космический корабль — Земля, была снижена частота кадров развертки.

Американская печать отмечала, что качество советских телевизионных изображений, принятых из космоса, было значительно выше, чем аналогичных американских передач. Это объяснялось тем, что американские корабли-спутники из-за относительно малой мощности двигателей не могут взять на борт соответствующую телевизионную аппаратуру.

Системы связи между кораблями и кораблей с Землей работали на коротких и на ультракоротких волнах. Впервые была применена дуплексная радиосвязь на УКВ; в бортовой аппаратуре были использованы фильтры, позволившие космонавтам принимать радиосигналы с Земли при одновременной работе своего бортового передатчика без помех от него. Была значительно расширена наземная сеть радиосвязи.

Связь между кораблями полностью была обеспечена в пределах видимости, т. е. на расстояниях нескольких тысяч километров. За время полета кораблей «Восток-5» и «Восток-6» осуществлена передача весьма большого объема информации. Надежная связь с Землей обеспечивалась и в то время, когда космонавт покидал кресло. Это достигнуто благодаря такой установке микрофонов в кабине громкоговорителей, при которой создавалось равномерное акустическое поле.

Космонавты имели возможность принимать широкоэвещательные станции на различных диапазонах волн. Благодаря хорошо отработанной системе связи космонавты ни на одну минуту не чувствовали себя в одиночестве, оторванными от Земли и друг от друга.

В полете проводилось дальнейшее исследование средств радиосвязи по линии космос — Земля — космос и между космическими кораблями. При полете А. Г. Николаева и П. Р. Поповича расстояние между кораблями было незначительным, а в данном полете оно изменялось по всем направлениям на довольно значительные величины — от 5 до нескольких сотен километров. Связь между кораблями была устойчивой.

22 июня сотни миллионов телезрителей с огромным интересом смотрели встречу героев-космонавтов В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой в Москве. При этом успешно применялась телевизионная аппаратура, установленная на вертолетах.

25 июня состоялась пресс-конференция, посвященная полету кораблей «Восток-5» и «Восток-6». На ней присутствовали советские и зарубежные журналисты, представители дипломатических посольств, аккредитованные в Москве, а также многомиллионная аудитория телезрителей социалистических стран и стран Западной Европы.

Дальнейшие исследования космического пространства в настоящее время не мыслятся без широкого применения телевизионной техники. С помощью телевидения впервые в истории человечества уже были получены черно-белые фотографии обратной стороны Луны.

Есть основания полагать, что ретрансляторы, установленные на кораблях-спутниках, найдут применение для увеличения дальности телевизионных передач, а также для осуществления радиосвязи на больших расстояниях. Таким образом развитие техники космических исследований будет неразрывно связано с прогрессом телевизионной техники.

Замечательные достижения советской науки и техники в области покорения космоса — еще одно яркое свидетельство успехов нашей страны на пути к коммунизму.



# ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

621.391.19 + 771.534.1

Предложена методика оценки информационной емкости и удельной чувствительности в фотографии. По данным измерения фотографических шумов и зависимости сигнала от пространственной частоты приведенным в работе [1], определяются информационная емкость и удельная чувствительность некоторых фотографических материалов.

Существующая методика оценки чувствительности фотографических материалов обладает рядом больших недостатков; к ним, в частности, относятся: 1) пренебрежение фактом существования флюктуационных ограничений; 2) отсутствие связи критерия чувствительности с разрешающей способностью фотографического материала. Методика оценки чувствительности будет свободна от таких недостатков, если за критерий чувствительности принимать величину, характеризующую предельное количество передаваемой информации (информационная емкость).

Величина информационной емкости представляет и самостоятельный интерес, поскольку она устанавливает связь между числом разрешаемых элементов и числом различимых градаций и позволяет оценивать соответствие выходного изображения входному, т. е. точность воспроизведения, осуществляемого фотографическим процессом. По величине информационной емкости может быть установлена пригодность конкретного фотографического материала для тех или иных задач; следовательно, этот критерий позволяет производить выбор фотографических материалов.

Различные исследователи заинтересовались информационной емкостью систем воспроизведения еще на начальном этапе развития теории информации. Ряд авторов рассматривали возможность оценки информационной емкости оптических и фотографических систем [2—5]. Весьма приближенная оценка информационной емкости пленки П-10 дана в статьях [6,7] одного из авторов настоящей работы. Важные результаты получены К. Джонсом [8], который произвел расчет информационной емкости для четырех фотографических материалов. Однако, как указывает Джонс,

ему не удалось разработать точного метода расчета. Расчеты Джонса основываются на замене реальных нелинейных характеристик некоторыми приближенными характеристиками.

В настоящей работе предложен метод расчета, базирующийся на реальных, непосредственно измеренных характеристиках фотографических материалов, и свободный от допущений, сделанных Джонсом. Оценка информационной емкости проведена для шести фотографических материалов при различных значениях оптических плотностей. Полученные данные по информационной емкости позволяют оценить также информационную чувствительность. Желательность такой оценки обсуждалась в работах [6, 7, 9, 10].

Ниже оценивается и обсуждается информационная чувствительность для тех же материалов и значений оптической плотности, для которых оценена информационная емкость.

## 1. Информационная емкость и удельная информационная чувствительность

Характеристика информационной емкости дана в работе [10]. Информационная емкость может быть оценена с помощью формулы

$$I_B = \int_0^{N_p} \log_2 [m(N) + 1] dN = \int_0^{N_p} \log_2 [m_0 \delta(N) + 1] dN, \quad (1)$$

где:  $I_B$  — предельное количество информации, которое может передать пленка при заданных условиях (информационная ем-

кость);  $N$  — пространственная частота, характеризующая число деталей (квадратов) равной площади, уменьшающихся в  $1 \text{ см}^2$  фотографического материала;  $N_p$  — число элементов разложения, устанавливаемое размером сканирующей апертуры;  $m(N)$  — зависимость числа различных градаций почернения от пространственной частоты;  $m_0$  — число различных градаций при пространственной частоте, приближающейся к нулю;  $\delta(N)$  — определяется из условия

$$\delta(N) = \frac{m(N)}{m_0}.$$

Подобная формула была получена Шенноном [11] при рассмотрении случая пропуска сигнала через электрический частотный фильтр. Затем Линфут и другие [2—5] предложили такого рода формулу использовать для оценки информационной емкости оптических и фотографических устройств. Ее использовал для численной оценки информационной емкости и Джонс [8]. Применяя эту формулу, следует помнить, что она пригодна лишь для оценки информационной емкости, т. е. предельного количества передаваемой информации и при условии, что шумы и сигнал совершенно некоррелированы.

Выражение (1) может быть получено следующим образом: известно, что при независимости  $m$  от  $N$  количество информации определяется формулой

$$I_B = N_p \log_2(m + 1). \quad (2)$$

Здесь, как и в (1),  $m$  — число различных ступеней (градаций) входной энергии, а единица под знак логарифма добавляется в связи с тем, что объектом выбора является, кроме уровней энергии различной величины, еще и уровень, соответствующий отсутствию входной энергии.

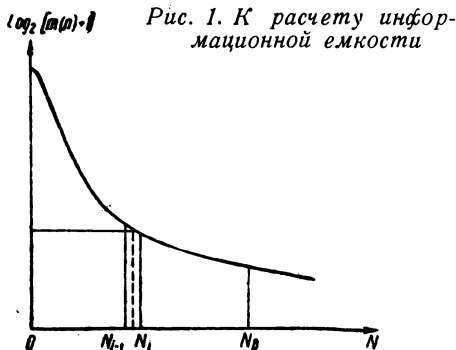


Рис. 1. К расчету информационной емкости

Предположим, что реальная функция  $\log_2[m(N) + 1]$  имеет вид, приведенный на рис. 1. Рассмотрим, как изменяется  $\Delta I_B$  при малом приращении пространственной частоты  $\Delta N = N_i - N_{i-1}$ . Так как функция  $\log_2[m(N) + 1]$  и при значении  $N_i$  и при значении  $N_{i-1}$  мало отличается от  $\log_2(m_i + 1)$ , то для приращения количества информации при переходе от числа  $N_{i-1}$  к числу  $N_i$  имеем

$$\Delta I_B = I_{B,i} - I_{B,i-1} \approx N_i \log_2(m_i + 1) - N_{i-1} \log_2(m_i + 1) = \Delta N \log_2(m_i + 1).$$

Очевидно, что полное количество информации в пределах изменения  $N$  от 0 и до числа элементов разложения  $N_p$  выразится суммой

$$I_B = \sum_{i=1}^{N_p} \Delta I_{B,i} = \Delta N \sum_{i=1}^{N_p} \log_2(m_i + 1).$$

Переходя далее к пределу, получаем выражение (1). Удельная чувствительность  $g$  определяется по формуле

$$g = \frac{I_B}{\omega}, \quad (3)$$

где  $\omega$  — входная энергия, необходимая для создания  $I_B$  единиц информации. Нетрудно видеть, что удельная чувствительность определяется величиной, обратной энергии, приходящейся на единицу информации. Для характеристики фотографических материалов удобно пользоваться величиной

$$\nu = \frac{I_B}{\mu}, \quad (4)$$

где  $\mu$  — количество квантов света, участвовавших в создании  $I_B$  единиц информации. Величина  $\nu$  определяет, таким образом, квантовый выход единицы информации. Ниже получаем значения величин, определяемых формулами (1), (3) и (4).

## 2. Схема расчета информационной емкости и чувствительности фотографических материалов

Для расчета необходимо иметь следующие данные: а) характеристическую кривую; б) данные по шумам фотографического материала; в) характеристики изменения коэффициентов пропускания темных и светлых штрихов при увеличении числа  $n$  штрихов на миллиметр [1].

Воспользовавшись характеристической кривой, можем получить данные по величине средней входной энергии и среднего числа квантов, приходящихся на один элемент. Однако для этого нужно знать число элементов, на которое раскладывается изображение. Очевидно, что, чем больше число элементов разложения  $N_p$ , т. е. чем больше верхний предел  $N_p$ , тем больше информационная емкость. Однако возрастание информационной емкости происходит значительно медленнее увеличения числа элементов по двум следующим причинам: а) с увеличением  $N_p$  в интегрировании участвуют области со все меньшими значениями разности коэффициентов пропускания, вследствие чего  $m$  уменьшается; б) с увеличением  $N_p$  фотографические шумы растут, вследствие чего  $t$  также уменьшается по закону

$$m(N) = \frac{m_{0, \text{ед}}}{\sqrt{N_p}} \delta(N), \quad (5)$$

где  $m_{0, \text{ед}}$  — количество градаций, отнесенное к единице площади элементов.

Разумно поэтому ограничить величину  $N_p$  таким значением, при котором  $m(N_p) = 1$ . Тогда при известной характеристике  $\delta(N)$  величина  $N_p$  может быть определена из условия

$$\delta(N_p) = \frac{\sqrt{N_p}}{m_{0, \text{ед}}}. \quad (6)$$

Практически величина  $N_p$  может быть определена по точке пересечения двух кривых  $\delta(N)$  и  $\frac{\sqrt{N}}{m_{0, \text{ед}}}$  (рис. 2).

Зависимость  $\delta(N)$  определяется из характеристики  $k_m(n)$ , методика измерения которой указана в работе [1].

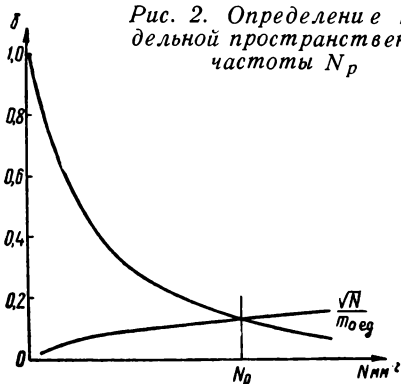


Рис. 2. Определение предельной пространственной частоты  $N_p$



Рис. 3. Кривые  $\delta(N)$  для пяти исследованных фотоматериалов: 1 — пленка панхром типа 10 ( $D=1,43$ ); 2 — пластинки «Агфа Астро» ( $D=1,27$ ); 3 — пленка кинопозитив МЗ ( $D=1,19$ ); 4 — пластинки «Агфа Диапозитив» ( $D=1,30$ ); 5 — пленка панхром мелкозернистый ( $D=1,40$ )

Учитывая изотропность фотографических материалов, можно записать

$$\delta(N) = k_m^2(n) \quad (7)$$

при  $N = n^2$ .

На рис. 3 приведены кривые для ряда фотографических материалов, полученные для таких величин оптических плотностей, которым, как мы увидим дальше, соответствует информационная емкость, близкая к максимальной.

Для того чтобы воспользоваться формулой (6) и оценить величину  $N_p$ , необходимо еще определить величину  $m_{0, \text{ед}}$ .

Величина  $m_{0, \text{ед}}$  определяется по данным измерения фотографических шумов способом, указанным в работе [1]. Измерение фотографических шумов практически удобно проводить для размера сканируемого элемента  $100 \mu^2$ . Для такой площади  $N_p = 10^6$ , поэтому находим

$$m_{0, 100} = \frac{m_{0, \text{ед}}}{\sqrt{N_p}} = \frac{m_{0, \text{ед}}}{10^3},$$

откуда

$$m_{0, \text{ед}} = 10^3 \cdot m_{0, 100}.$$

Но тогда выражение (6) записывается в виде

$$\delta(N_p) = \frac{\sqrt{N_p}}{m_{0, 100}}.$$

Имея все необходимые величины, находим по графику рис. 3 требуемое значение  $N_p$ . Для этого  $N_p$  определяем величину  $m_0 = \frac{10^3 \cdot m_{0, 100}}{\sqrt{N_p}}$ . Теперь имеются все данные и характеристики для проведения подсчетов информационной емкости согласно формуле (1). Интеграл, входящий в эту формулу, берется численным интегрированием.

Определив таким образом информационную емкость, можно теперь, воспользовавшись (3) и (4), рассчитать удельную чувствительность в энергетических и квантовых величинах.

Величина входной энергии определяется по характеристической кривой из величины экспозиции, требуемой для передачи количества информации, соответствующего рассчитанной емкости. Так как информационная емкость определена для некоторых конкретных значений  $T$  (или оптической плотности), то и величина экспозиции определяется для этой же величины. Количественная оценка величины энергии производится для света со средней энергией одного кванта  $3,5 \cdot 10^{-19}$  дж (средняя длина волны  $\lambda = 520$  мкм) и числом квантов  $3 \cdot 10^{18}$  в одном джоуле или  $1,3 \cdot 10^{16}$  в одном люмене. Соответственно полагается, что 1 вт соответствует 230 лм (коэффициент пересчета 230 лм/вт).

Определив, что экспозиция составляет  $H$  лк-сек, находим, что количество люмен-секунд равно  $10^{-4}$  Нлм-сек, и соответственно плотность энергии равна  $\omega = \frac{10^{-4}H}{230} \frac{\text{дж}}{\text{см}^2}$ . Подставив эту величину и  $I_B$  в (3), находим удельную чувствительность. Число квантов, соответствующее такой энергии,

$$\mu = \frac{\omega}{h\nu} = \frac{4,35 \cdot 10^{-7}H}{3,5 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{12} H \frac{\text{квантов}}{\text{см}^2}.$$

Подставив полученные значения и величину  $I_B$  в формулу (4), получаем величину  $v$ .

### 3. Информационная емкость и чувствительность некоторых фотографических материалов

Данные расчета информационной емкости и чувствительности для фотографических материалов: пластинок «Агфа Диапозитив» и «Агфа Астро», пленок МЗ, П-10 и панхром мелкозернистый приведены в табл. 1.

Расчеты произведены по экспериментальным данным, полученным для образцов с различными коэффициентами пропускания  $T$ . Величины  $T$  выбирались таким образом, чтобы охарактеризовать изменение информационной емкости и чувствительности с изменением  $T$  и соответственно входной энергии. Кроме значений коэффициен-

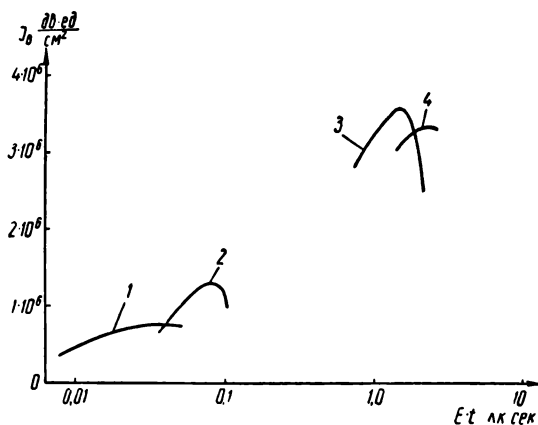


Рис. 4. Зависимость информационной емкости от входной энергии для исследованных фотоматериалов:

1 — пленка панхром типа 10; 2 — пластинки «Агфа Астро»; 3 — кинопозитив МЗ; 4 — пластинки «Агфа Диапозитив»

та  $T$ , в таблице приводятся данные, необходимые для расчета информационных характеристик фотоматериалов. К ним относятся следующие величины:  $T_B$  — коэффициент пропускания вуали материала, максимальная величина шумов для данного материала —  $(\sigma_T)_{\max}$ , величина экспозиции  $H = E \cdot t$ , а также средняя плотность энергии  $\omega$  и соответствующее ей число квантов  $\mu$ . Кроме того, в таблице приведено  $N_p$  — число элементов разложения, приходящееся на  $1 \text{ см}^2$  поверхности материала, и число различных градаций почернения  $m_0$  в одном таком элементе.

В последних трех столбцах таблицы приведены окончательные результаты расчетов  $I_B$ ,  $g$  и  $v$ .

Зависимость информационной емкости от величины входной энергии для различных фотоматериалов представлена на рис. 4. Соответственные кривые для информационной чувствительности, выраженной в единицах количества информации на квант света, изображены на рис. 5.

Сопоставление чувствительности, определенной по ГОСТу (первый столбец табл. 1), с информационной чувствительностью вновь подтверждает недостатки системы оценки чувствительности, стандартизованной в фотографии. Действительно, для передачи единицы информации панхроматической мелкозернистой пленке тре-



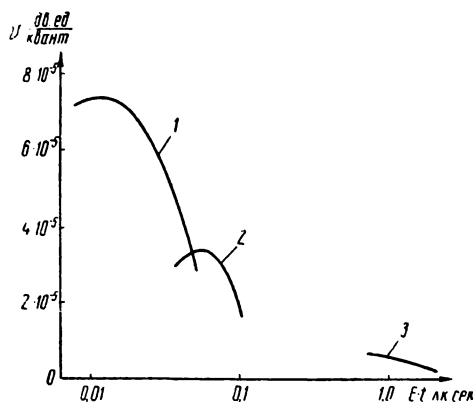


Рис. 5. Зависимость информационной чувствительности от входной энергии для исследованных фотоматериалов:

1 — пленка панхром типа 10; 2 — пластинки «Агфа Астро»; 3 — кинозотив МЗ

буется в 3 раза больше квантов света, чем пленке П-10, в то время как по ГОСТу последняя оценивается как на порядок более чувствительная. Пленка позитив МЗ для передачи единицы информации требует примерно в 10 раз больше квантов света, чем пленка П-10, в то же время по чувствительности, стандартизованной в фотографии, эти две пленки различаются на два порядка.

Заметим, что кривые зависимостей информационной емкости и информационной чувствительности от величины входной энергии проходят через максимум.

Существование максимума информационной емкости при увеличении энергии света, падающего на фотоматериал, можно было бы предвидеть заранее. Известно, что квантовый выход числа проявленных зерен достигает максимума при некотором значении энергии. Увеличение энергии после прохождения через максимум приводит к весьма медленному росту отношения сигнал/шум и (соответственно) числа различимых градаций. С другой стороны, с увеличением входной энергии число различных деталей, проходя через максимум, начинает уменьшаться при дальнейшем росте энергии. Медленный рост числа градаций не компенсирует падения разрешающей способности, и информационная емкость уменьшается.

Максимум информационной чувствительности смещается в сторону меньших энергий по сравнению с максимумом информационной емкости. Это и понятно, если учесть, что вблизи максимума информационная емкость с увеличением энергии возрастает существенно медленнее, чем увеличивается сама входная энергия.

Существование максимума информацион-

Таблица 2

Наименование материала	$D$	$\frac{I_B}{\text{дв. ед.}} \cdot \frac{\text{с.м}^2}{\text{с.м}^2}$	$I_{S_1}$ , дв. ед.	$I_{S_2}$ , дв. ед.	$\frac{I_s}{\text{дв. ед.}} \cdot \frac{\text{с.м}^2}{\text{сек}}$	$S_{T_1}$ , с.м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
Пластинки «Агфа Диапозитив»	1,3	$3,35 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^7$	—	0,26
Пленка кинозотив МЗ	1,19	$3,6 \cdot 10^6$	$3,9 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^7$	$2,75 \cdot 10^8$	0,24
Пластинки «Агфа Астро»	1,27	$1,25 \cdot 10^6$	$1,35 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$	—	0,7
Пленка панхром типа 10	1,43	$7,2 \cdot 10^5$	$7,8 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^6$	$5,5 \cdot 10^7$	1,22
Пленка панхром мелкозернистый	1,4	$4,1 \cdot 10^6$	$4,4 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^7$	$3,15 \cdot 10^8$	0,21
Пленка кинонегатив АМ-1	0,9	$1,2 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^6$	$9,2 \cdot 10^7$	0,73

ной чувствительности позволяет ввести величину, подобную чувствительности, определяемой по ГОСТу, которая характеризовала бы величину, обратно пропорциональную световой энергии, при которой обеспечивается максимальная информационная чувствительность. Очевидно, что такая величина была бы удобна для подбора оптимальной экспозиции, при которой потери информации минимальны и (соответственно) информационная чувствительность наибольшая; этим, однако, и ограничивается применение такой величины; она (как и чувствительность по ГОСТу) не позволяет проводить сравнение по действительной чувствительности различных фотографических материалов.

В табл. 2 приведены значения информационной емкости для различных фотоматериалов. В 4-м и 5-м столбцах таблицы приведены информационные емкости  $I_{S_1}$  и  $I_{S_2}$ , которыми обладают образцы, имеющие площадь соответственно  $S_1 = 9 \times 12 \text{ см}^2$  и  $S_2 = 2,09 \times 1,52 \text{ см}^2$  ( $S_2$  — площадь кинокадра). В 6-м столбце указана информационная пропускная способность исследованных материалов при использовании для кинофильмов ( $n = 24 \text{ кадр/сек}$ ,  $S_{\text{кадра}} = 3,18 \text{ см}^2$ ). Последняя колонка табл. 2 содержит значения площади фотоматериалов, имеющие такую же информационную емкость  $I_{TV}$ , как и один телевизионный кадр, получаемый от камеры с суперорбитиком ЛИ-201.

Из таблицы видно, что пропускная способность киноплёнок меняется от  $5,5 \cdot 10^7$  до  $2,15 \cdot 10^8 \frac{\text{дв. ед}}{\text{сек}}$ . А размеры площади материалов с емкостью  $I_{TV} = 8,8 \cdot 10^5 \text{ дв. ед/см}^2$  изменяются в пределах от 0,21 до  $1,22 \text{ см}^2$ .

В табл. 3 приведены данные по информационной емкости и чувствительности, полу-

ченные Джонсом [8] для нескольких фотоматериалов. Из сравнения данных, представленных в табл. 2 и 3, видно хорошее соответствие величин, полученных различными способами.

### Заключение

1. Информационная емкость является важной характеристикой фотографических материалов. Она учитывает связь между числом разрешаемых деталей и числом объективно различимых градаций и позволяет оценивать точность воспроизведения, осуществляемого фотографическим процессом. Пользуясь этой характеристикой, можно сравнивать фотографические системы с другими системами воспроизведения, осуществлять выбор наиболее пригодной системы или согласовывать их при совместном использовании.

2. Вместо общепринятых оценок чувствительности следует принять оценку так называемой информационной чувствительности, т. е. величины обратной входной энергии, необходимой для передачи заданного количества информации. Информационная чувствительность пригодна для оценки любой системы воспроизведения и позволит, таким образом, сравнивать по чувствительности разные системы.

3. Для оценки информационной емкости используются данные по измерению фотографических шумов и объективных характеристик разрешающей способности.

Приведенные в статье формулы для информационной емкости позволяют рассчитать ее, если известны число объективно различимых градаций почернения и зависимость этого числа от пространственной частоты. Зная информационную емкость фотографического материала и величину входной энергии, при которой эта емкость может быть заполнена, можно рассчитать также удельную информационную чувствительность.

4. Информационная емкость и чувствительность оценены для пяти фотографических материалов: пластинок «Агфа Диапозитив» и «Агфа Астро», плёнок кинопозитив МЗ, панхром типа 10 и панхром мелкозернистый. Для каждого материала определялась зависимость этих величин от величины сигнала (от оптической плотности) и, следовательно, от величины экспозиции.

Таблица 3

Наименование материала	$I_B, \frac{\text{дв. ед}}{\text{см}^2}$	$\frac{g}{\text{эрг}}$	$\frac{\nu}{\text{квант}}$	$S_{TV}, \text{см}^2$
1	2	3	4	5
«Royal-X»	$0,449 \cdot 10^6$	$26,5 \cdot 10^6$	$1,22 \cdot 10^{-4}$	2,98
«Tri-X»	$0,845 \cdot 10^5$	$7,35 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^{-5}$	1,76
«Plus-X»	$1,86 \cdot 10^6$	$6,45 \cdot 10^7$	$2,98 \cdot 10^{-5}$	0,80
«Pan-X»	$2,85 \cdot 10^6$	$7,45 \cdot 10^6$	$3,42 \cdot 10^{-5}$	0,52

5. Наибольшей информационной емкостью обладает пленка панхром мелкозернистый ( $4,1 \cdot 10^6$  дв. ед/см<sup>2</sup>) и пленка кинопозитив МЗ ( $3,6 \cdot 10^6$  дв. ед/см<sup>2</sup>).

Наименьшей информационной емкостью обладает пленка панхром типа 10 ( $7,2 \cdot 10^5$ ). Информационная емкость этой пленки, отнесенная к единице поверхности, практически совпадает с информационной емкостью передающей телевизионной трубки типа видикон.

6. Наибольшей информационной чувствительностью обладает пленка панхром типа 10 ( $1,1 \cdot 10^{14}$  дв. ед/дж), наименьшей — пластинки «Агфа Диапозитив» ( $5,3 \cdot 10^{12}$  дв. ед/дж).

Соотношения информационных чувствительностей разных материалов отличаются от соотношений чувствительностей, оцененных в единицах ГОСТа.

7. Информационная чувствительность, так же как и информационная емкость, при изменении экспозиции проходит через максимум.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич С. Б., Брейдо И. И., Гаврилов Г. А., Техника кино и телевидения, 1962, № 5.
2. Fellgett P. B. and Sinfroot E. H., Phil. Trans. Roy. Soc., London, 1955, A. 247, 369—407.
3. Blanc-Lapierre A., Perrot M., Peris G., Optica Acta, 1955, 2, 1—5.
4. Linfoot E. H. J. Opt. Soc. Am., 1955, 45, 808—819.
5. Di Francia G., Toraldo, Optica Acta, 1955, 2, 5—8; J. Opt. Soc. Am., 1955, 45, 497—501.
6. Гуревич С. Б., ЖТФ, 1960, 30, 10.
7. Гуревич С. Б., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1962, 7, № 2, 133—140 и 7, № 3, 202—208.
8. Jones R. Cl., J. Opt. Soc. Am., 1961, 51, № 11, 1159—1171.
9. Гуревич С. Б., Радиотехника и электроника, 1961, 6, 6.
10. Гуревич С. Б., Техника кино и телевидения, 1962, № 11, 5—15.
11. Шеннон К., Статистическая теория передачи электрических сигналов, Сб. статей «Теория передачи электрических сигналов при наличии помех», ИЛ, 1953, стр. 7—87.

Физико-технический институт  
имени А. Ф. Иоффе АН СССР



# ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ПРИ КОНТРАТИПИРОВАНИИ НА ПЛЕНКЕ КП-3

778.664

Изучено цветовоспроизведение при контратипировании цветных изображений с использованием пленки КП-3. Показано, что пленке КП-3 присуще дополнительное внутреннее маскирование, существенно уменьшающее цветовые искажения в позитивных изображениях. Описан простой способ цветоустановки при печати контратипа, основанный на использовании градационной шкалы.

## 1. Методика эксперимента

Контратипирование цветных негативов в настоящее время осуществляется тремя путями: непосредственной печатью на маскированную обратимую пленку; печатью контратипа с цветного маскированного промежуточного позитива и печатью контратипа на пленке КП-3 с трех цветоделенных черно-белых промежуточных позитивов. Пленка КП-3 имеет следующее строение. Верхний, синечувствительный, слой содержит смесь компонент, образующих при цветном проявлении пурпурные красители. Одна из этих компонент неокрашенная, а другая, маскирующая, имеет желтую окраску. В средний, зеленочувствительный, слой введена компонента, образующая при цветном проявлении голубой краситель. Нижний, красочувствительный, слой содержит обычную компоненту, дающую желтый краситель<sup>1</sup>. Целью перемещения компонент являлось повышение резкости позитивного изображения. Действительно, позитивные изображения, отпечатанные с контратипа на пленке КП-3, при просмотре на экране выглядят более резкими, чем позитивы с контратипов на обратимой пленке, и даже позитивы, отпечатанные непосредственно с негативов. То же можно сказать и о цветовоспроизведении: в первом случае оно заметно лучше.

Однако процесс, использующий пленку КП-3, является наиболее сложным из трех сравниваемых процессов: в него входят три операции вторичного цветоделения [1, 2]. Визуально наблюдаемое улучшение цветовоспроизведения при контратипировании на пленке КП-3 обуславливается особенностями ее сенситометрических (главным образом цветоделительных) характеристик, изучение которых и явилось предметом исследования, излагаемого в настоящей статье.

<sup>1</sup> Все компоненты (исключая маскирующую) те же, что и в обычных негативных пленках, например ДС-2 или ЛН-3.

Цветоделительные свойства пленки КП-3 изучались посредством специальной методики [3, 4, 5, 6]. Тестом являлись «идеализированные» цветоделительные промежуточные позитивы («лаванды») тест-оригинала, примененного нами ранее для исследования цветовоспроизведения [4, 6]. Идеализация этих промежуточных позитивов состояла в том, что изменение оптической плотности  $D_{\text{ж}}$  в каждом из них соответствовало изменению концентрации только того красителя, выделением которого управляет данное цветоделенное изображение. Такие промежуточные позитивы были получены путем монтажа показовых шкал-клиньев и равномерных засветок. Их строение схематически показано в табл. 1.

Таблица 1  
Строение идеализированных промежуточных позитивов теста

№ п/п	Шкала	$D_{\text{ж}}$		
		промежуточный позитив		
		желтый	пурпурный	голубой
1	Желтая	0,7—2,3	0,7	0,7
2	Синяя	0,7—2,3	2,3	2,3
3	Пурпурная	0,7	0,7—2,3	0,7
4	Зеленая	2,3	0,7—2,3	2,3
5	Голубая	0,7	0,7	0,7—2,3
6	Красная	2,3	2,3	0,7—2,3
7	Градационная	0,7—2,3	0,7—2,3	0,7—2,3

Значения оптической плотности 0,7 и 2,3 соответствуют границам прямолинейного участка характеристической кривой пленки «дубльпозитив цветоделительный», применяемой в промышленности для получения промежуточных позитивов с многослойного негатива.

Печать контратипа производили контактом на кинокопировальном аппарате.

Печать «желтого» промежуточного позитива вели с красным светофильтром, «пурпурного» — с селективным синим светофильтром и «голубого» — с зеленым. Цветоустановку при печати контратипа производили по градационной шкале. Для этой цели с серого покадрового клина, изготовленного на пленке «дубльпозитив цветоделительный», получали совмещенный контратип на пленке КП-3 при каком-то произвольном соотношении плотностей серых светофильтров. Эффективные (копировальные) оптические плотности полученного таким образом контратипа  $D_i^{нк}$  измеряли на цветном денситометре ЦД-4 и строили характеристические кривые в координатах  $D_{\#}^1$ ,  $D_i^{нк}$ .

Условия печати (плотность серых светофильтров) выбирали такими, чтобы интервалу  $0,7 \leq D_{\#}^1 \leq 2,3$  соответствовали прямолинейные участки всех трех характеристических кривых. Если пленка КП-3 и позитивная пленка, на которой предполагается вести печать, хорошо сбалансированы по контрасту, то с такого контратипа при соответствующем выборе корректировочных светофильтров можно получить позитив, физически точно воспроизводящий градационную шкалу. А физически точному воспроизведению градационной шкалы всегда соответствует по крайней мере физиологически точное воспроизведение цветного изображения<sup>1</sup>.

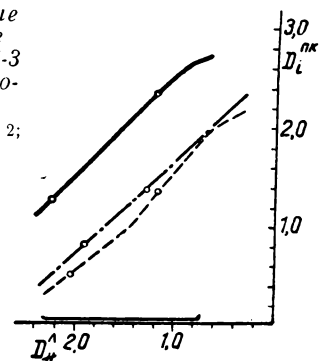
Основанный на свойствах градационной шкалы способ цветоустановки применялся автором и в других случаях [4, 7] и неизменно себя оправдывал. По данным Хансона и Кизнера [8], такой же способ рекомендуется применять при печати контратипов на пленке «Internegativ-film 5245».

Практически интервалы плотностей всех трех промежуточных позитивов всегда значительно меньше вышеуказанного интервала плотностей градационной шкалы. По нашим измерениям, эти интервалы не превышают величины, равной 1,2, а в среднем (для трех названий кинофильмов) колеблются около  $D_{\#}^1 \approx 1,0$ . Таким образом, при печати контратипа на пленке КП-3 допустимы довольно значительные колебания

<sup>1</sup> В данном случае это означает, что позитив градационной шкалы должен быть визуально серым во всем используемом интервале плотностей промежуточных позитивов.

Рис. 1. Эффективные характеристические кривые пленки КП-3 для оптимальных условий печати:

—  $i = 1$ ; - - -  $i = 2$ ;  
- · - · -  $i = 3$



экспозиции без ущерба для цветовоспроизведения. На рис. 1 показаны эффективные характеристические кривые пленки КП-3 при оптимальных условиях печати. Жирной линией внизу отмечен интервал плотностей градационной шкалы. Кружками отмечены границы интервалов плотностей одного комплекта промежуточных позитивов (научно-популярный фильм «Русская игрушка»).

На выбранных по сенситометрическим данным (по градационной шкале) условиях производилась печать контратипа изображения. Опыт показал, что с полученного таким образом контратипа всегда можно напечатать годный для проката позитив даже без применения свето-цветового паспорта.

Обработка пленки КП-3 производилась в машине по технологии обработки цветных негативных пленок [9]. Единственное отличие заключалось в том, что для предотвращения разрушения желтой маскирующей компоненты в отбеливающий раствор вводился  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  до  $\text{pH} = 5,2 \pm 0,3$ . Для печати контратипа нами использовались промежуточные позитивы, изготовленные для гидротипного процесса. Поэтому для получения требуемой контрастности контратипного изображения время проявления пленки КП-3 снижено от 6 мин, рекомендуемых для этой пленки, до 4 мин.

Определение концентраций красителей в элементарных слоях пленки КП-3 производилось спектрофотометрическим методом [10]. Автор вместе с сотрудниками Ленинградского института киноинженеров Т. М. Левенберг и Б. Б. Штыкан доказал, что, хотя в слоях пленки КП-3 фактически образуется 5 красителей (желтый, желтый маскирующий, пурпурный из бесцветной компоненты, пурпурный из желтой маскирующей компоненты и голубой), эта пленка

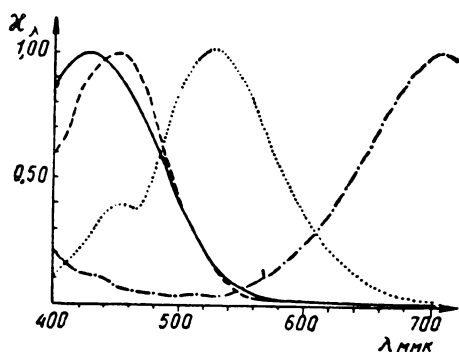


Рис. 2. Удельные мономатричные коэффициенты поглощения красителей пленки КП-3:

— маскирующая компонента;  
 --- нижний слой; ..... верхний  
 слой (предполагается, что краситель обра-  
 зуется только из бесцветной компоненты);  
 -.-.-.-.- средний слой

для некоторых целей может условно рассматриваться как трехкомпонентная [11]. Опыты показали, что оба желтых красителя (обычный и маскирующий), несмотря на некоторое различие их спектральных свойств, могут рассматриваться при спектрофотометрировании как идентичные. При спектрофотометрических измерениях можно не делать также различия между пурпурными красителями, образующимися из маскирующей и немаскирующей компонент. На рис. 2 приведено спектральное распределение удельных мономатричных коэффициентов поглощения  $x_{\lambda}$  желтого ( $i = 1$ ), пурпурного ( $i = 2$ ) и голубого ( $i = 3$ ) красителей пленки КП-3. Уравнение для расчета концентраций красителей, записанное в матричной форме, имеет вид

$$(C_j^k) = \begin{pmatrix} 1,11 & -0,40 & -0,11 \\ -0,23 & 1,10 & -0,03 \\ 0,00 & -0,03 & 1,05 \end{pmatrix} (D_i). \quad (1)$$

( $j = 1, 2, 3$ ;  $i = 440, 520, 690$  мкм)

Плотности подложки пленки КП-3 были определены по однослойным образцам этой пленки. Они имеют следующие значения:  $D_{440} = 0,13$ ;  $D_{520} = 0,11$ ;  $D_{690} = 0,07$ .

Одна из сенситометрических особенностей пленки КП-3, как и любой пленки с внутренним маскированием, состоит в том, что диапазон изменения концентраций красителей  $C^k$  в ее элементарных слоях при экспонировании белым светом в ряде случаев меньше, чем при избирательном

экспонировании этих слоев. Определение эффективных плотностей промежуточных позитивов относительно слоев контрастирования  $D^{k,l}$  путем фотографической фотометрии, как это обычно делается при цветоделительных испытаниях [6, 12], в данном случае неосуществимо. Поэтому вместо полос цветоделения в собственном смысле слова, т. е. в координатах  $D_{\lambda}^l$ ,  $D^{k,l}$ , для характеристики цветоделительных свойств пленки КП-3 использовались непосредственно полосы в координатах  $D_{\lambda}^l$ ,  $C^k$  (рис. 3), которые обычно являются вспомогательными при построении полос цветоделения [6]. Так как величина  $C^k$  зависит от градиционных характеристик контрастируемого изображения, то для возможности сопоставления указанных полос цветоделения необходимо, чтобы градиционные линии сравниваемых пленок обладали в пределах исследуемых участков равным градиентом. Для количественной характеристики цветовоспроизведения, получаемого в позитиве, помимо полос цветоделения контрастируемого изображения строились также полосы цветовоспроизведения. Для этого с контрастируемого, изготовленного на пленке КП-3, был отпечатан позитив на многослойной пленке. Другой позитив был отпечатан с идеализированного по аналогии с промежуточными позитивами многослойного негатива (т. е. с тест-негатива, использованного нами для исследования вторичного цветоделения [2]). Условия печати этих позитивов выбирались таким образом, чтобы обеспечить получение визуально серого изображения градиционной шкалы и минимальной плотности, близкой к плотности вуали. Концентрации красителей в позитивах определяли спектрофотометрически по уравнению [5]

$$(C_j^n) = \begin{pmatrix} 1,02 & -0,29 & -0,02 \\ -0,08 & 1,03 & -0,12 \\ -0,01 & -0,08 & 1,01 \end{pmatrix} (D_i). \quad (2)$$

( $j = 1, 2, 3$ ;  $i = 430, 530, 670$  мкм)

Построение графиков цветовоспроизведения в координатах  $C^0$ ,  $C^n$  было невозможно, так как неизвестно, какие значения  $C^0$  должны соответствовать отдельным полям наших идеализированных промежуточных позитивов и негатива. Поэтому для характеристики цветовоспроизведения использовались полосы, построенные в коор-

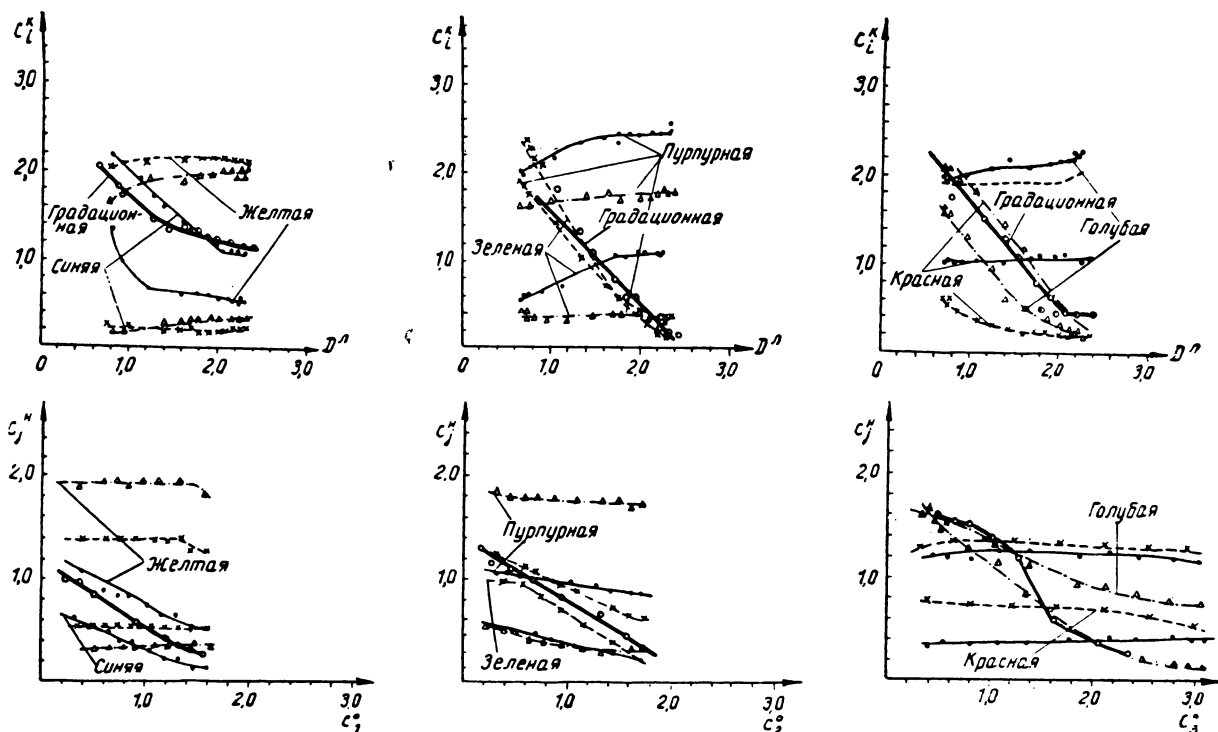


Рис. 3. Полосы цветоделения пленки КП-3 (верхний ряд) и многослойного негатива:  
 —●—●—●—  $j=1$ ; —x—x—x—  $j=2$ ; —.△—.△  $j=3$ ; —○—○—○— градационная линия

динах  $D_i^n$ ,  $C_i^n$  и  $(C_{max}^n - C_i^n)$ ,  $C_i^n$  (рис. 4). Несмотря на то, что оси абсцисс обоих графиков различны, изображенные на них полосы сопоставимы, так как для идеальных промежуточных позитивов и негатива справедливо следующее равенство:

$$\Delta C^0 = g(-\Delta C^n) = G\Delta D^n, \quad (3)$$

где  $g$  и  $G$  — коэффициенты, характеризующие соответствующие градационные процессы. Для возможности сопоставления указанных полос цветовоспроизведения, как и для полос цветовоспроизведения, построенных для контратипа, необходимо, чтобы градационные линии в соответствующих участках имели на сравниваемых пленках одинаковые градиенты.

## 2. Цветоделительные свойства пленки КП-3

Полосы цветоделения пленки КП-3 изображены на рис. 3. Для сравнения на том же рисунке приведены полосы цветоделения многослойного негатива в координатах  $C^0$ ,  $C^n$ . Сопоставление приведенных

данных показывает, что градиенты градационных линий соответствующих полос обоих материалов в среднем довольно близки, за исключением градационной линии пурпурного красителя. Вследствие повышенного градиента характеристической кривой пурпурного красителя в пленке КП-3 оказалось необходимым промежуточный позитив для пурпурного изображения сделать несколько менее контрастным, чем для желтого и голубого ( $\gamma_2 \approx 0,9$  при  $\gamma_1 \approx \gamma_3 \approx 1,1$ ).

Полосу цветоделения мы характеризуем шириной  $\Delta C_j$  при среднем значении  $C_i^0$  или  $D_i^n$ . Как видно из рис. 3, это среднее значение во всех случаях приблизительно равно 0,8, кроме случая  $i=3$  для негативной пленки, где оно равно 1,5. Измеренная таким образом ширина полос цветоделения приведена в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что побочные полосы цветоделения ( $i \neq j$ ) в контратипе заметно шире, чем в негативе, главные же полосы ( $i = j$ ) — много уже. Ширина этих полос в контратипе имеет отрицательное значение.

Таблица 2

Ширина полос цветоделения негативной пленки  $\Delta C_j^H$  ( $C_1^0 = C_2^0 = 0,8$ ;  $C_3^0 = 1,5$ ) и пленки для контратипирования  $\Delta C_j^K$  ( $D_i^1 = 1,5$ ;  $i = 1, 2, 3$ )

		$\Delta C_j^H$			$\Delta C_j^K$		
		1	2	3	1	2	3
$i \backslash j$							
1		0,44	0,85	1,57	-0,90	1,96	1,91
2		0,56	0,22	1,38	1,45	-0,11	1,34
3		0,86	0,62	0,38	1,07	1,67	-0,62

Практически это означает, что если в негативе шкалы чистых цветов (желтого, пурпурного и голубого) оригинала искажены по избытку соответствующего красителя (линии этих шкал лежат выше градационной линии), а шкалы дополнительных цветов (синего, зеленого и красного) оригинала искажены по недостатку тех же красителей (линии этих шкал лежат ниже градационной линии), то в контратипе имеет место обратное явление. Те шкалы, которые в негативе были искажены по недостатку какого-либо красителя, в контратипе будут искажены по его избытку и наоборот. Это приводит к некоторой компенсации цветоделительных искажений, возникающих в негативно-позитивном процессе за счет контратипирования на пленке КП-3.

Причиной такого сужения полос цветоделения в немаскированных пленках, как это показал ранее автор совместно с Н. В. Маковой [6], является взаимное влияние слоев при проявлении многослойных материалов [13]. Так как в пленке КП-3 компоненты «перемещены», то взаимное влияние слоев изменяется и, естественно, наибольшее сужение полосы цветоделения происходит для желтого красителя в нижнем слое, а наименьшее сужение — для полосы пурпурного красителя, который обрабатывается в верхнем слое.

Таким образом, можно сказать, что в пленке КП-3, помимо маскирования, осуществляемого применением желтоокрашенной компоненты, в результате взаимного влияния слоев при проявлении имеет место дополнительное маскирование. Это дополнительное маскирование, очевидно, тем значительнее, чем меньше время проявления контратипа. В обратимых пленках эффект

маскирования, происходящий из-за взаимного влияния слоев, оказывается значительно меньшим, так как первое проявление продолжительно и ведется очень энергичным проявителем, а второе (цветное) идет практически до проявления всего остающегося серебра. Поэтому контратипирование на пленке КП-3 даже при условии применения одинаковых маскирующих компонентов должно приводить к более эффективному маскированию, чем контратипирование на пленке с обращением.

Следует заметить, что при процессе контратипирования на пленке КП-3 цветовоспроизведение несколько улучшится за счет более строгого цветоделения, чем при печати с цветного негатива.

Ранее [2] было показано, что процесс цветоделения при печати промежуточных позитивов с многослойного негатива при использовании селективных светофильтров приводит к меньшим цветовым искажениям, чем обычная печать с негатива на многослойную позитивную пленку.

При последовательной печати через светофильтры с трех черно-белых промежуточных позитивов на пленке КП-3 осуществляется практически независимое экспонирование каждого из элементарных слоев; на это указывают данные, представленные на рис. 3. Если градиенты главных полос считать положительными, то границы побочных полос цветоделения почти во всех случаях характеризуются отрицательными значениями градиентов.

### 3. Цветовоспроизведение в позитиве

О цветовых искажениях, вносимых в процесс контратипирования пленкой КП-3, можно судить по позитивам, отпечатанным с идеализированного тест-негатива и с контратипа, отпечатанного с идеализированных промежуточных позитивов.

Полосы цветовоспроизведения, соответствующие этим двум позитивам, изображены на рис. 4. Как видно из этого рисунка, градиенты одноименных градационных линий приблизительно совпадают, что позволяет характеризовать цветоделительные свойства этих процессов шириной полосы цветовоспроизведения. Ширина полосы  $\Delta C_j^H$  определена для средних значений  $D^H$  или  $C^H$ . Чтобы значения  $\Delta C_j^H$  обоих позитивов находились в одном и том же участ-

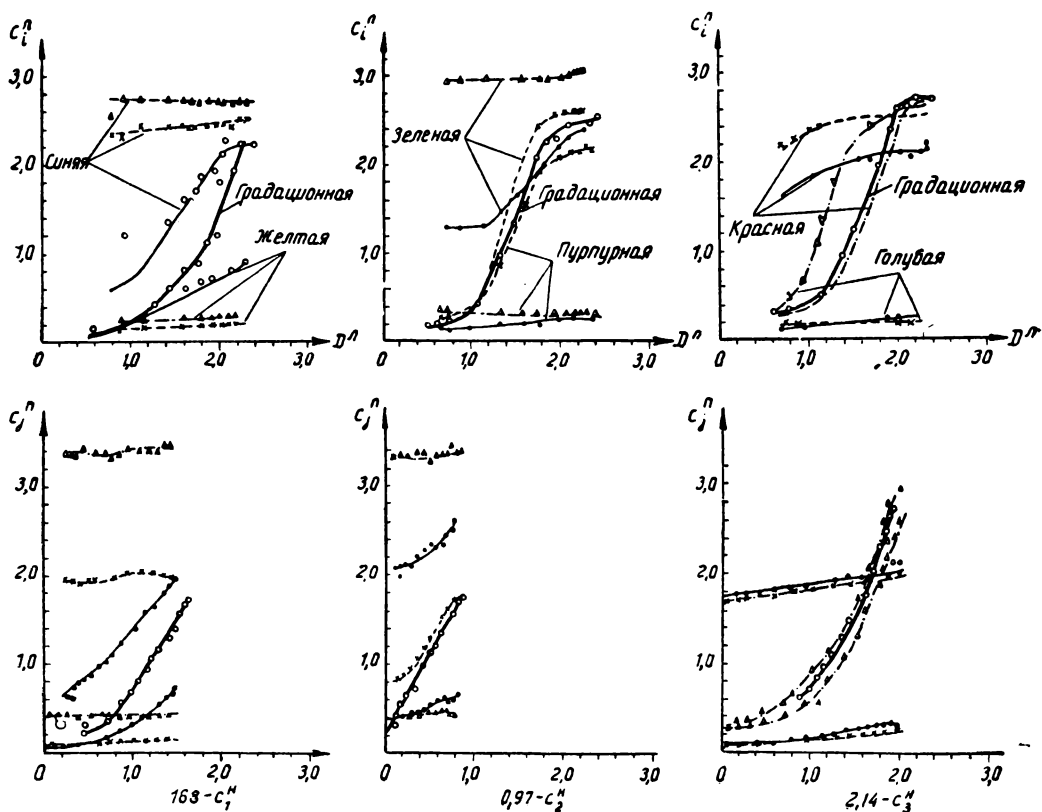


Рис. 4. Полосы цветовоспроизведения позитива с контратипа на пленке КПП-3 (верхний ряд) и позитива с идеализированного негатива (нижний ряд). Обозначения те же, что и на рис. 3

ке полосы цветовоспроизведения, одноименные полосы совмещались градационными линиями, и измерение выполнялось вдоль общей для обоих графиков ординаты. Для позитива, отпечатанного с контратипа, этой ординате во всех случаях соответствовало значение  $D^n = 1,5$ ; для позитива, отпечатанного с негатива, измерения выполнялись при значениях  $1,68 - C_1^n = 1,0$ ;  $0,97 - C_2^n = 0,5$  и  $2,14 - C_3^n = 1,4$ . Измеренные таким образом значения ширины полос цветовоспроизведения приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что оба позитива очень близки между собой. Основное их различие заключается в том, что главная полоса голубого красителя в позитиве с контратипа имеет отрицательную ширину, причем нижняя ее граница (соответствующая красной шкале) почти совпадает с градационной линией. Это означает, что красные цвета

будут воспроизводиться в таком позитиве более чистыми и насыщенными, чем в позитиве с негатива, а тем более по сравнению с позитивом, сделанным с контратипа на обратимой пленке. Голубые цвета также будут более насыщенными. Одновременно и для желтого красителя главная полоса в позитиве с контратипа уже, чем в позитиве с негатива.

Таблица 3  
Ширина полос цветовоспроизведения  $\Delta C_j^n$  для позитива с негатива (I) и с контратипа (II)

		I			II		
		1	2	3	1	2	3
i	j						
	1	1,10	1,92	2,98	0,90	2,24	2,48
	2	1,74	0,22	2,78	1,40	0,43	2,65
	3	1,72	1,72	0,34	1,81	2,29	-1,14

тиве с негатива. Эти различия показывают, что при контратипировании на пленке КП-3 маскированием устраняются частично даже некоторые недостатки негативно-позитивного процесса, что подтверждается и непосредственным сравнением соответствующих позитивов при просмотре на спаренных экранах.

Полученные данные количественно подтверждают то, что пленка КП-3 является удачным материалом для контратипирования.

#### 4. Выводы

Исследовано цветовоспроизведение при контратипировании цветных кинофильмов с использованием пленки КП-3. Показано, что особый характер явления взаимного влияния слоев, присущий этой пленке, вследствие «перемещения» компонент в ее слоях приводит к возникновению дополнительного внутреннего маскирования. Поэтому позитивные изображения, полученные на пленке КП-3, принципиально обладают более высоким качеством цветовоспроизведения, чем позитивы, отпечатанные с контратипа на обратимой пленке. Описана методика цветоустановки при печати контратипа на пленке КП-3, основанная на использовании градационной серой шкалы.

В выполнении экспериментальной части исследования принимали участие В. И. Левкович и В. К. Савина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балабуха Д. К., Техника кино и телевидения, 1959, № 7, 11—18.
2. Балабуха Д. К., Красный-Адмони Л. В., Левенберг Т. М., Николова Н., Труды ЛИКИ, 6, 1962, 107—117.
3. Ньюберг Н. Д., Теоретические основы цветной репродукции, «Сов. наука», 1947.
4. Балабуха Д. К., Успехи научной фотографии, 8, 1962, 161—171.
5. Балабуха Д. К., Левенберг Т. М., Локуциевская Л. К., Христинина Г. Н., Труды ЛИКИ, 6, 1962, 105.
6. Балабуха Д. К., Макова Н. В., Техника кино и телевидения, 1960, № 12, 31—40.
7. Балабуха Д. К., Локуциевская Л. К., Херсонская Л. И., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии (в печати).
8. Handson W. T., Kiesner W. I., Journ. of the Soc. of Motion Picture and Television Engineers, 1953, 61, 667—701.
9. Чельцов В. С., Бонгард С. А., Цветное проявление, «Искусство», 1958.
10. Гороховский Ю. Н., Спектральные исследования фотографического процесса, гл. VI, М., Физматгиз, 1960.
11. «Конференция работников ЛИКИ и ленинградских кинопредприятий», Техника кино и телевидения, 1960, № 5, стр. 87.
12. Семенова Н. Ф., Метод цветоделительных характеристик. Канд. дисс., НИКФИ, М., 1955.
13. Балабуха Д. К., Гороховский Ю. Н., Успехи научной фотографии, 2, 1954, 119—130.

# РАСЧЕТ ЭКСПОЗИЦИИ ПРИ ПЕЧАТИ ЦВЕТНЫХ ФИЛЬМОКОПИЙ

77.022:778.534.2

Рассмотрены параметры, от которых зависит экспозиция при печати. Дан вывод формулы для подсчета экспозиции. Определены экспозиции, необходимые при печати на различных киноплёнках.

## Введение

Вопрос расчета экспозиции, необходимой при печати цветных фильмокопий, всегда возникает при выборе конструкции осветительной системы для того или другого копировального аппарата. Известно, что фотографические параметры киноплёнок, экспозиция при киносъемке не являются строгими, а колеблются в широких пределах. По этой причине экспозиция, т. е. освещенность печатного окна при выбранном времени экспонирования, должна быть задана с определенным запасом. Это обстоятельство определило некоторую «свободу» в выборе значений параметров для подсчета экспозиции.

## 1. Формула для определения экспозиции при печати на черно-белой киноплёнке

Предположим, что все плотности, получившиеся в результате печати, лежат на прямолинейном участке характеристической кривой киноплёнки, тогда, согласно рис. 1, получим следующую зависимость:

$$\gamma = \frac{D_n - D_s}{\lg H_n - \lg H_s},$$

откуда

$$\lg H_n = \frac{D_n - D_s}{\gamma} + \lg H_s, \quad (1)$$

где:  $H_n$  — экспозиция при печати;  $D_n$  — плотность, получившаяся при экспозиции  $H_n$ ;

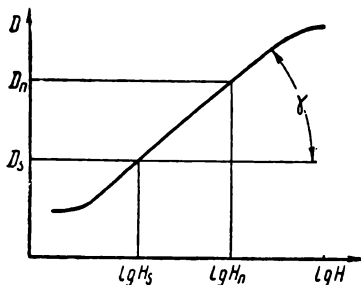


Рис. 1. Зависимость  $D = f(\lg H)$

$H_s$  и  $D_s$  — экспозиция и заданная плотность, по которым определяется чувствительность материала;  $\gamma$  — гамма проявления.

Если плотность  $D_n$  нужно получить при прохождении света через плотность  $D_n$ , то формула для подсчета экспозиции  $H_n$  примет вид

$$\lg H_n = \frac{D_n - D_s}{\gamma} + \lg H_s + D_n. \quad (2)$$

## 2. Критерий для определения экспозиции при печати на цветной киноплёнке

То или иное цветное поле получается соответствующими концентрациями одного красителя, двух или трех красителей — желтого, пурпурного и голубого, образующихся в светочувствительных слоях киноплёнки. Вместе с тем воспроизведение многообразия цветов реальных объектов должно сочетаться с воспроизведением серых объектов, т. е. с образованием эквивалентно-серых полей. Последние, как известно, образуются определенными концентрациями трех красителей [1]. Очевидно, что получение на плёнке цветных полей является частным от воспроизведения шкалы ахроматических цветов. Это значит, что при любой концентрации красителя в одном слое, добавив соответствующие концентрации красителей двух других слоев, можно получить эквивалентно-серое поле. Исходя из этого, можно также считать, что диапазон экспозиций, необходимый для образования изображения серой шкалы, будет также достаточен для получения любых цветных изображений. Способность цветных киноплёнок воспроизводить серую шкалу в практической сенситометрии принято выражать характеристическими кривыми зависимости зональных плотностей от количества освещения, которое создается излучателем при заданной цветовой температуре, т. е.  $D_{зон} = f(\lg H)$  [1, 2].

Таким образом, экспозицию, необходимую при печати на цветных киноплёнках, можно также определить из данной зависимости.



**• Применение формулы (2) для определения экспозиции**

Для сбалансированных по чувствительности киноплёнок зональные плотности выражаются через одинаковые значения фотографической эквивалентно-серой плотности (ФЭСР) для негативных киноплёнок и визуально-эквивалентно-серой плотности (ВЭСР) для позитивных, и зависимость  $D_{зон} = f(\lg H)$  определяется приблизительно одной характеристической кривой [1, 2]. Прямоугольный участок этой кривой выражает пропорциональное изменение зональных плотностей в зависимости от логарифма экспозиции. Светочувствительность цветных киноплёнок определяется по зональным плотностям, лежащим на прямолинейном участке [2]. При съёмке и печати также в основном используется этот участок характеристической кривой. Очевидно, что в данном случае экспозицию, необходимую для получения заданной эквивалентно-серой плотности, можно определить по формуле (2). При этом принимается, что источники света сенситометра и копировального аппарата имеют одинаковую цветовую температуру.

Кроме того, при печати мы сталкиваемся с разбалансированностью исходного и печатаемого материала или одного из них.

При печати нормированным светом (например,  $T = 2850^\circ$  абс. шк.) изображение серой шкалы на позитивной плёнке в зависимости от разбалансированности слоев имеет тот или иной цвет. Здесь сенситометрический баланс киноплёнок выражается тремя характеристическими кривыми [1, 2]. Для получения исправленных по цветопередаче изображений прибегают к коррекции спектрального состава света печатного окна, что осуществляется вводом в осветительную систему сменных субтрактивных светофильтров. Суть коррекции, как вытекает из вышеизложенного, сводится к правильному воспроизведению серой шкалы. Таким образом, получив эквивалентно-серую шкалу, мы приводим разбалансированную киноплёнку к балансному виду приблизительно одной характеристической кривой. В данном случае зависимость  $D_{зон} = f(\lg H)$  будет также определяться формулой (2).

Субтрактивные светофильтры, как известно, обладают широкозональным поглощением света (рис. 2), и поэтому при его спектральной коррекции происходит уменьшение общей освещенности печатного окна.

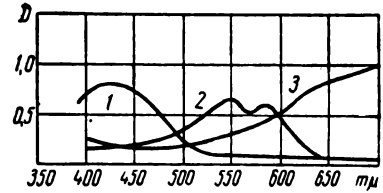


Рис. 2. Кривые поглощения субтрактивных светофильтров:

1 — желтый; 2 — пурпурный; 3 — голубой

По этой причине при введении в осветительную систему таких фильтров необходимо прибегнуть к увеличению экспозиции, которое зависит от баланса исходного материала  $B$  и баланса чувствительности киноплёнки, на которой ведется печать,  $B_c$ .

На основе изложенного формула (2) получит следующее выражение:

$$\lg H_n = \frac{D_n - D_s}{\gamma} + \lg H_s + D_n + \lg H_d, \quad (2)$$

где значение  $H_d$  зависит от  $B$  и  $B_c$  материалов.

**4. Параметры  $H_s$ ,  $D_s$ ,  $D_n$  и  $D_n$**

$H_s$  и  $D_s$  — экспозиция и заданная плотность, по которым определяется светочувствительность материалов. По ГОСТу 9160—59  $D_s = 0,85 + D_{0(max)}$  для негативных материалов и  $D_s = 1,0 + D_{0(max)}$  для позитивных материалов [3].

По каким же значениям  $D_n$  и  $D_n$  нужно находить  $H_n$ ?

$D_{min}$ ,  $D_{max}$  и  $\Delta D$  (интервал плотностей) изображений кинофильмов колеблется в широких пределах. В табл. 1 приведены данные по этим параметрам, полученные И. Б. Блумбергом для черно-белых кинофильмов [4].

Таблица 1

Название материала	$D_{min}$	$D_{max}$	$\Delta D$
Негатив	0,05 до 0,2	0,7 до 1,7	0,5 до 1,5
Позитив	0,01 до 1,10	1,0 до 2,8	0,7 до 2,3

Нетрудно представить, что нечто аналогичное наблюдается в распределении плотностей цветных кинофильмов. Разброс на-

чальных и конечных плотностей, а также интервала плотностей в негативах является следствием не только неодинакового коэффициента отражения объектов съемки или творческого замысла, но также зависит от ошибок всего съемочного процесса, поэтому для объектов с одинаковым коэффициентом отражения мы можем получить различные плотности в негативах. Исправление этих ошибок осуществляется в процессе печати. Очевидно, что при выборе значений  $D_n$  и  $D_n$  для подсчета экспозиции необходимо учесть, что в печатном окне при заданном времени экспонирования должен быть такой запас света, который обеспечил бы проработку деталей печатаемых изображений с учетом такого разброса плотностей негатива.

В некоторых работах [4, 5] освещенность печатного окна предлагается находить по экспозиции, необходимой для получения заданной плотности  $D_{n(min)}$  при прохождении света через  $D_{n(max)}$ . В данном случае считают, что экспозиция при печати должна обеспечить проработку деталей в «светах» изображения. При этом предлагается находить экспозицию для получения  $D_n = 0,4$  при прохождении света через  $D_n = 1,7$ . Это предложение нельзя считать удачным. Плотности в позитиве, выражающие детали в «светах», обычно попадают на нижний участок характеристической кривой, который для цветной позитивной киноплёнки располагается до  $D = 0,7—0,8$ . Данный участок имеет переменный градиент. Кроме того, даже в сбалансированных киноплёнках зональные кривые в нижнем и

верхнем участках обычно расходятся (рис. 3). Таким образом, если задаться значением  $D_n$ , лежащим на нижнем участке характеристической кривой, то расчет по формуле (2) потеряет свою аналитическую строгость.

Кроме того, в ряде работ, посвященных технике съемки кинофильмов [6, 7, 8], показано, что при установке света оператор всегда стремится сохранить постоянное значение плотности в сюжетно важной точке кадра (обычно это лицо актера) на протяжении всего фильма. Освещенность в остальных частях сцены подчиняют сценическому замыслу (под день, под ночь и т. д.), художественному вкусу, а также связывают с фотографической ширитой киноплёнки. При печати светостановщик, исправляя экспозиционные ошибки негатива, окончательно осуществляет намерения оператора в отношении сохранения постоянной плотности по фильму в сюжетно важной точке кадра.

Согласно работе [8], сюжетно важная точка кадра имеет плотность порядка 0,8 в негативе и 1,0 в позитиве. Эти данные совпадают с многочисленными измерениями.

Нетрудно себе представить, что способ съемки, названный методом «светового ключа» [6], и его сохранение при печати обеспечат с удовлетворительного в фотографическом отношении негатива получение также удовлетворительного по фотографическим качествам позитива.

В аргументации значений  $D_s = 0,85$  для негатива и 1,0 для позитива также ссылаются на то, что эти плотности совпадают с плотностями в сюжетно важной точке кадра [2]. Поэтому мы пришли к выводу, позволяющему значительно упростить формулу (2). Если в последнюю мы вводим выражение  $\frac{D_n - D_s}{\gamma}$ , то это значит, что напечатанный фильм должен быть проявлен до гаммы сенситограммы, по которой определялась светочувствительность пленки. В данном случае, задавшись значением  $D_n = D_s$ , мы получим, что  $\frac{D_n - D_s}{\gamma} = 0$ , и формула (2) примет следующее упрощенное выражение:

$$\lg H_n = \lg H_s + D_n + \lg H_d \quad (2'')$$

или

$$H_n = 10^{D_n} H_s H_d. \quad (3)$$

Как видно, экспозицию  $H_n$  целесообразно определять по плотности  $D_n$ , лежащей на

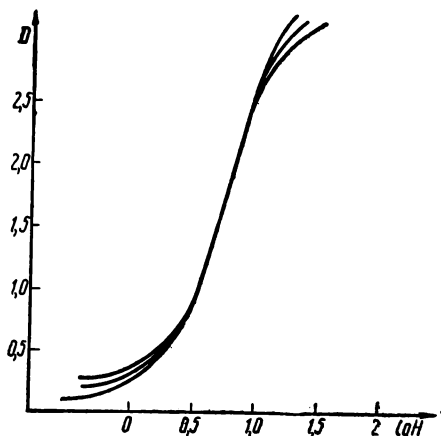


Рис. 3. Характеристические кривые балансной цветной позитивной киноплёнки

прямолинейном участке, задавшись значением  $D_n = D_s$ . Подставив в формулу (3) значение  $H_s = \frac{10}{S}$ , где  $S$  — чувствительность киноплёнки при заданной плотности  $D_s$  [3], получим

$$H_n = 10^D_n H_a \frac{10}{S}. \quad (4)^1$$

**5. Чувствительность позитивных киноплёнок**

В цветном кинокопировальном процессе применяются следующие позитивные киноплёнки: отечественные — ЦП-3 и ЦП-7, импортные — Т-5 и Т-7. Нами было проведено статистическое исследование данных по чувствительности 540 осей киноплёнок ЦП-3 и Т-5, 150 осей киноплёнки Т-7 и 140 осей — ЦП-7. Полученные значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Чувствительность	ЦП-3 1960—1961 гг.	Т-5 1959 г.	Т-5 1960 г.	Т-7 1962 г.	ЦП-7 1962 г.
	количество осей в процентах				
0,1—0,15	—	—	—	—	10
0,16—0,20	—	—	—	—	29
0,21—0,25	—	—	—	—	31
0,26—0,30	—	—	—	—	18
0,31—0,35	—	—	—	—	12
0,9—1,0	12	—	13	40	—
1,1—2,0	60	36	53	52	—
2,1—3,0	28	51	34	8	—
Больше 3,0	—	13	—	—	—

Как видно, киноплёнки ЦП-3, Т-5 и Т-7 имеют одинаковый порядок по чувствительности, а чувствительность киноплёнки ЦП-7 в 10 раз меньше. Однако по сенситометрическим кривым нельзя получить полного

суждения о чувствительности киноплёнки ЦП-7, так как последняя, в отличие от других, экспонируется в сенситометре в контакте с маской негативной плёнки ДС-5, имеющей плотность порядка 1,0 в синей зоне, 0,5—0,6 в зеленой и 0,25—0,30 в красной зоне.

Массовая печать фильмокопий ведется с контратипов, получаемых на обратимой киноплёнке с маской, примерно таких же зональных плотностей, как маски ДС-5. Поэтому важно сравнить результат экспонирования позитивных киноплёнок для случая прохождения света через маску контратипа. Такие данные мы получили при анализе значений запаса серых в форфильтрах для образования на разных позитивных киноплёнках одинаковой визуально-серой шкалы. Нормирующий форфильтр имел следующий вид: 20-й «свет» (зональные светофильтры), серый светофильтр + маска и паспорт 5 (—) —. Значения серых светофильтров в форфильтрах для 450 осей по 150 для каждого типа плёнки приведены в табл. 3.

Таблица 3

Тип плёнки \ Запас серых	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54
	количество осей в процентах									
Т-7	—	—	7	10	10	15	12	34	12	—
ЦП-3	—	8	11	11	19	12	10	16	10	3
ЦП-7	28	25	22	18	7	—	—	—	—	—

Как показывает эта таблица, при прохождении экспонирующего света через маску контратипа минимальное опережение чувствительности киноплёнок ЦП-3 и Т-7 по сравнению с киноплёнкой ЦП-7 равно  $0,06—0,12 \Delta \lg H$ , т. е. минимальная чувствительность киноплёнок ЦП-3 и Т-7 в 1,15—1,3 раза больше чувствительности киноплёнки ЦП-7.

На основе изложенного мы получим следующий порядок максимальных экспозиций для образования на позитивных киноплёнках визуально-серой плотности  $D_s = 1,0$ :

- а) ЦП-3, Т-5 и Т-7 (исходный негативный материал без маски) —  $H_{s(max)} = 10$  лк.сек;
- б) ЦП-3, Т-5 и Т-7 (исходный негативный материал с маской) —  $H_{s(max)} = 77—87$  лк.сек;
- в) ЦП-7 —  $H_{s(max)} = 100$  лк.сек.

<sup>1</sup> Эту формулу (4) в измененном виде можно также использовать для определения экспозиции при печати черно-белых фильмов. В данном случае светочувствительность определяется по плотности  $D = 0,2$

над вуалью по формуле  $S = \left( \frac{1}{H_{D=0,2+D_0}} \right)_{T_{рек}}$  (9).

Для черно-белых киноплёнок  $H_d = 0$ . На основе статистических данных необходимо найти максимальное значение  $D_n$ , под которой получается плотность  $D_n = 0,2$ . Формула (4) получит следующее выражение:

$$H = 10^D_n \frac{1}{S}.$$

## 6. Значение $D_{и}$ негативов и контратипов

Выше отмечено, что оператор стремится сохранить постоянную плотность в сюжетно важной точке кадра на протяжении всего фильма. Как показывают измерения, максимальная плотность в негативах не превышает значения 1,65 (с учетом плотности вуали). Это понятно, ибо большие плотности могут уже оказаться в области криволинейного участка. По литературным данным, освещенность объектов съемки цветных фильмов должна быть так организована, чтобы интервал их яркостей не превышал  $\pm 0,4 \Delta \lg V$  от яркости сюжетно важной точки [7]. Исходя из этого, мы получим, что максимальная плотность в сюжетно важной точке кадра не должна превышать 1,35 (с учетом плотности вуали). Обычно сюжетно важную точку связывают с яркостью лица. Замеры, которые были нами проведены, показали, что плотность изобра-

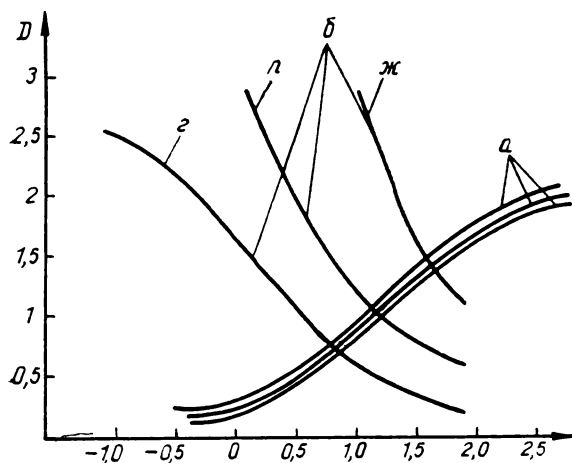


Рис. 4. Характеристические кривые негативной пленки ДС-2 (а) и контратипной обратимой (б)

Таблица 4

	Зональные плотности лица		Негатив
	ДС-2	ДС-5	контратип
С	1,00 0,90 1,20 1,12 0,90	2,00 2,10 1,85 1,70 2,15	2,00 1,75 1,90 1,75 2,14
З	1,00 1,00 1,30 1,10 1,00	1,50 1,30 1,40 1,20 1,60	1,80 1,55 1,80 1,70 1,85
К	0,80 0,85 1,30 0,90 0,85	1,10 1,20 1,20 1,0 1,30	1,50 1,30 1,40 1,20 1,50

жения лица на киноплёнке ДС-2 находится в пределах эквивалентно-серых плотностей  $D_{и}=0,8—1,3$ . Негативная киноплёнка ДС-5 и обратимая контратипная имеют маскирующие слои, которые в результате проявления образуют вуаль большей плотности, чем в негативной киноплёнке ДС-2 (рис. 4). Это обстоятельство, как показано в табл. 4, приводит к тому, что плотности изображений на таких материалах имеют большие значения, чем на негативных киноплёнках без маскирующих компонент. Если из общих зональных плотностей изображений вычесть зональные плотности вуали  $D_{с}=1,0$ ,  $D_{з}=0,6$  и  $D_{к}=0,3$ , то получим, что плотности в негативах, снятых на киноплёнку с маскирующими компонентами, а также плотности в контратипах имеют такой же порядок значений, как плотности в негативах, снятых на обычной негативной киноплёнке.

Таким образом, если чувствительность позитивной киноплёнки определена по сенситограмме, экспонированной в контакте с маской негативного материала, то при подсчете экспозиции, необходимой для печати копий, нужно вычесть плотность вуали. Замеры подсказывают, что при расчете нужно учитывать эквивалентно-серую плотность  $D_{и} = 1,2$ .

## 7. Экспозиции при печати. Материалы сбалансированы

а) Негатив на ДС-2 или ЛН-3. Позитив на ЦП-3, Т-5 или Т-7

$D_{и(max)} = 1,3$ ,  $S_{(min)} = 1,0$ , тогда  $H_{s(max)} = 10$  лк·сек.

По формуле (2'') при  $H_g = 0$  мы получим, что  $\lg H_{п(бал)} = 1 + 1,3 = 2,3$  или  $H_{п(бал)} = 200$  лк·сек.

б) Негатив на ДС-5. Позитив на ЦП-7

$D_{и(max)} = 1,2$ . В этом случае мы вычли плотность вуали, так как плёнка ЦП-7 экспонируется в денситометре в контакте с масками ДС-5. Минимальная чувствительность ЦП-7 равна 0,10, тогда  $H_{s(max)} = 100$  лк·сек,  $\lg H_{п(бал)} = 2,0 + 1,2 = 3,2$  или  $H_{п(бал)} = 1600$  лк·сек.

в) Контратип обратимый. Позитив на ЦП-3, Т-5, Т-7 или ЦП-7

1) Позитив на ЦП-3, Т-5 или Т-7. В данном случае  $H_{s(max)} = 77$  лк·сек,  $D_{и(max)} =$

$= 1,2$  и  $\lg H_{\text{ц(бал)}} = 1,86 + 1,2 = 3,06$  или  $H_{\text{ц(бал)}} = 1150$  лк·сек.

2) Позитив на ЦП-7,  $\lg H_{\text{ц(бал)}} = 2,0 + 1,2 = 3,2$  или  $H_{\text{ц(бал)}} = 1600$  лк·сек.

### 8. Паразитное поглощение света коррекционными светофильтрами.

Значения дополнительной экспозиции —  $H_d$ .  
Максимальная экспозиция

Градиенты эффективных плотностей  $\frac{\Delta D}{\Delta S}$  коррекционных светофильтров приведены в табл. 5 [1]. Эта таблица показывает поглощение света в основной зоне действия каждого светофильтра и паразитное поглощение в соседних зонах. По этим данным получается, что 50% желтого светофильтра, 30% пурпурного или 20% голубого светофильтра уменьшают освещенность печатного окна на один «свет» —  $0,06 \Delta \lg E$ . В практике, как известно, прибегают к изменению общей освещенности на  $0,06 \Delta \lg E$  при изменении коррекционных светофильтров на 50% ж, 30% п или 15% г.

Таблица 5

Цвет светофильтра	По зонам на 10%		
	С	З	К
Желтый . . . .	0,050	0,013	0,011
Пурпурный . . .	0,025	0,055	0,015
Голубой . . . .	0,025	0,035	0,085

Анализ паспортов для 1000 негативов и контратипов показал следующее:

а) поглощение света коррекционными светофильтрами при максимальной разбалансировке негативов компенсируется в основном увеличением экспозиции на 5 «светов» ( $0,30 \Delta \lg E$ ), а для отдельных планов достигает 8 «светов» ( $0,48 \Delta \lg E$ ), т. е. такая разбалансировка требует увеличения экспозиции в 3 раза;

б) при печати с контратипов увеличение экспозиции для компенсации поглощения света коррекционными светофильтрами достигает 6 «светов», т. е. экспозиция увеличивается в 2,3 раза. По данным Шосткинского химзавода [10], баланс чувствительности киноплёнки ЦП-3 должен быть не более 2,1, а ЦП-7 — 2,5, т. е. худшие по

балансу чувствительности киноплёнки должны удовлетворять следующим условиям:

$$\text{ЦП-3} - B_{\text{ч}_1} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ж}}} = \frac{H_{\text{ч}}}{H_{\text{ж}}} \leq 2,1 \text{ и}$$

$$B_{\text{ч}_2} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ж}}} = \frac{H_{\text{п}}}{H_{\text{ж}}} \leq 2,1;$$

$$\text{ЦП-7} - B_{\text{ч}_1} = \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ж}}} = \frac{H_{\text{п}}}{H_{\text{ж}}} \leq 2,5 \text{ и}$$

$$B_{\text{ч}_2} = \frac{S_{\text{ч}}}{S_{\text{ж}}} = \frac{H_{\text{ч}}}{H_{\text{ж}}} \leq 2,5,$$

т. е. для ЦП-3  $\lg B_{\text{ч}_1} = \lg B_{\text{ч}_2} \leq 0,32$  и для ЦП-7  $\lg B_{\text{ч}_1} = \lg B_{\text{ч}_2} \leq 0,4$ .

Такая разбалансировка компенсируется, согласно табл. 5, с форфильтром (—6040) для ЦП-3 и (—7545) для ЦП-7. В данном случае необходимо соответственно увеличить экспозицию на 4 «света» и 5 «светов», т. е. в 1,75 раза и в 2 раза.

Анализ форфильтров для массовой печати фильмокопий показал, что баланс чувствительности всех типов позитивных киноплёнок достигает значения  $B_{\text{ч}} = 3$ , что требует увеличения экспозиции на 6 «светов», т. е. в 2,3 раза. Подставив полученные значения в формулу (2''), можно определить максимальные экспозиции, которые могут встречаться в практике печати фильмокопий. Результаты подсчета приведены в табл. 6.

Таблица 6

№ п/п	Вид печати	$\lg H_{\text{ц(бал)}}$	$\lg H_d$		$\lg H_{\text{ц(max)}}$	$H_{\text{ц(max)}}$ лк·сек
			паспорт	фор-фильтр		
1	Негатив на ДС-2 или ЛН-3. Позитив на ЦП-3, Т-5 или Т-7	2,3	0,48	0,36	3,14	1400
2	Негатив на ДС-5. Позитив на ЦП-7	3,2	0,48	0,36	4,04	11 000
3	Контратип обратимый. Позитив на ЦП-3, Т-5 или Т-7	3,06	0,30	0,36	3,72	5200
4	Контратип обратимый. Позитив на ЦП-7	3,2	0,30	0,36	3,86	7000

Как видно, минимальное количество света требуется при печати с негативов, снятых на киноплёнке типа ДС-2, и максимальное — при печати с негативов, снятых на киноплёнке типа ДС-5.

Насколько данный расчет соответствует действительности? Нами были проанализированы записи паспортов и форфильтров для 1-го, 3-го и 4-го видов печати. Печать рассмотренных фильмов проводилась на аппаратах УКА-Ц с освещенностью 230 000 лк при времени экспонирования  $t = 1/50$  сек, т. е. максимальная экспозиция могла достигнуть значения 4600 лк·сек.

Для первого вида печати были рассмотрены данные для 50 фильмов. Для двух из них («Поезд идет на восток», «Дом с мезонином») минимальный запас света равнялся  $0,48 \Delta \lg E$ , т. е. максимальная экспозиция для отдельных планов достигала 1500 лк·сек, на 7% больше расчетной.

По третьему виду печати были просмотрены материалы по массовой печати фильмокопий за 1959—1961 гг. Характер изменения запаса света показан на рис. 5. Здесь по вертикальной оси отмечено распределение напечатанных копий по запасу света (в % от общего количества напечатанных копий, принятого за 100%). Минимальный запас света равен  $0,12 \Delta \lg E$ . Таким образом, для этого вида печати расчет дает результат, завышенный на 30% (3 «света») по сравнению с практическими данными. Однако, как известно, при составлении паспортов стремятся использовать средние от-

верстия, оставляя минимальные и максимальные «света» для изменения экспозиции с учетом разброса значений  $D_H$  в планах негатива. В этом случае имеет значение запас света только по форфильтру. Такой анализ данных по 3-му и 4-му видам печати для 400 осей киноплёнки также показан на рис. 5. Как видно, максимум запаса света для пленки Т-7 и ЦП-3 переместился влево и ряд копий печатался без запаса серых в форфильтре. Печать фильмокопий на ЦП-7 проведена на 32% без запаса света и 22% с запасом в один «свет». При этом для отдельных исходных материалов приходилось подбирать оси с повышенной чувствительностью.

На основе изложенного можно сделать вывод, что для образования в копировальных аппаратах запаса света, достаточного для печати с негативных материалов с маской на пленку ЦП-7, необходимо иметь освещенность, обеспечивающую экспозицию 10—11 тыс. лк·сек. При печати с контратипов достаточна экспозиция порядка 7 тыс. лк·сек.

## 9. Освещенность печатного окна

Последняя может быть определена из зависимости  $H = E \cdot t$ , где  $E$  — освещенность в люксах, а  $t$  — время экспонирования в секундах. Массовая печать 35-мм фильмокопий производится на аппаратах УКА-Ц, работающих со скоростью 1640 м/час. Время экспонирования равно  $1/50$  сек. Если считать, что массовая печать осуществляется с контратипов, то для применения киноплёнки ЦП-7 необходима освещенность в печатном окне порядка 300—350 тыс. лк. В аппаратах УКА-Ц, выпускаемых заводом,  $E = 120—140$  тыс. лк. В этих аппаратах на производстве с измененной осветительной системой  $E = 210—240$  тыс. лк. Таким образом, для применения в производстве киноплёнки ЦП-7 освещенность в копираппаратах УКА-Ц нужно соответственно увеличить в 1,5—2,5 раза. Копираппараты для текущей печати фильмокопий работают со скоростью 600—750 м/час. Время экспонирования равно  $1/25—1/33$  сек. В этих аппаратах для осуществления вида печати — негатив на ДС-5 и позитив на ЦП-7 — также, как видно из табл. 6, необходима освещенность 300—350 тыс. лк.

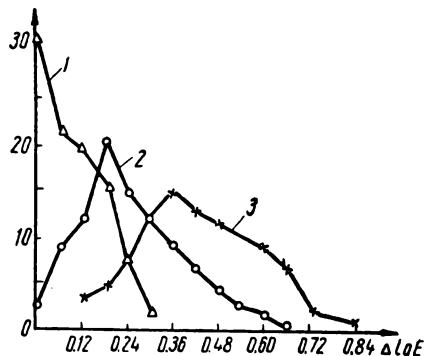


Рис. 5. График распределения запаса света:

1 — запас по серым форфильтрам (ЦП-7);  
2 — запас по серым форфильтрам (ЦП-3 и Т-7); 3 — запас по серым форфильтрам (ЦП-3; Т-5; Т-7)

### Выводы

1. Определение экспозиции, необходимой для печати цветных фильмокопий, можно свести к определению экспозиции, необходимой для получения на цветной киноплёнке эквивалентно-серого изображения шкалы ахроматических цветов.

2. Подсчет экспозиции целесообразно проводить для плотности  $D_{\text{п}}$ , лежащей на прямолинейном участке характеристической кривой, задавшись значением  $D_{\text{п}} = D_{\text{с}}$ .

3. При прохождении исходного экспонирующего света через маску контратипа минимальное опережение чувствительности киноплёнок ЦП-3 и Т-7 по сравнению с киноплёнкой ЦП-7 равно  $0,06-0,12 \Delta \lg H$ , т. е. минимальная чувствительность киноплёнок ЦП-3 и Т-7 в  $1,15-1,3$  раза больше минимальной чувствительности киноплёнки ЦП-7.

4. Для образования в копировальных аппаратах запаса света, достаточного для печати с негативных материалов с маской на плёнку типа ЦП-7, необходимо иметь освещённость, обеспечивающую экспозицию

10—11 тыс. лк·сек. При печати с контратипов достаточна экспозиция порядка 7 тыс. лк·сек.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гороховский Ю. Н., Спектральные исследования фотографического процесса, Физматгиз, 1960.
2. Баранов Г. С., Основы сенситометрии многослойных цветофотографических материалов, сб. «Цветная кинематография», под ред. Е. М. Голдовского, «Искусство», 1955, стр. 64—90.
3. ГОСТ 9160—59. Метод общесенситометрического испытания многослойных цветофотографических материалов, 1959.
4. Блюмберг И. Б., Обработка кино- и фотоплёнок, Госкиноиздат, 1950.
5. Голод И. С. и Проворнов С. М., Бюллетень ЦКБ, № 1 (24), 1960.
6. Косматов Л. В., Техника павильонной съёмки, сб. «Цветная кинематография», под ред. Е. М. Голдовского, «Искусство», 1955, стр. 128—129.
7. Головня А. Д., Техника натурной киносъёмки на цветной киноплёнке, там же, стр. 164—172.
8. Москвин А. Н., Пелль В. Г., Техника кино и телевидения, 1959, № 3, стр. 10—24.
9. Сенситометрический справочник. Свойства фотографических материалов на прозрачной подложке, Гостехиздат, 1955.
10. Каталог Шосткинского химзавода, Кинофотоплёнки, 1961.

*Московская кинокопировальная фабрика*

# КОРРЕКЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ ПРИ ТЕЛЕКИНОПРОЕКЦИИ В ЦВЕТНОМ ТЕЛЕВИДЕНИИ

621.397.34+621.397.617

Определены искажения цветопередачи при телекинопроекции, а также рассчитаны коэффициенты уравнений электронного маскирования для уменьшения этих искажений в цветном телевизионном изображении.

## Введение

При субтрактивном способе получения цветов практически неизбежны цветоделительные искажения. Цвета объекта съемки в результате этих искажений воспроизводятся на цветном кинопозитиве с меньшей насыщенностью и неправильным цветовым тоном. Цветоделительные искажения можно скорректировать фотографическим способом (маскированием), что довольно сложно.

В цветном телевидении легко осуществить электронное маскирование, так как цветоделительные искажения обусловлены наличием «перекрестной связи» между красителями. Поэтому эти искажения можно скорректировать введением перекрестной связи между красным, зеленым и синим каналами. Данный способ коррекции называют в цветном телевидении электронным маскированием, а устройство, выполняющее эту операцию, называют цветокорректором.

Величина и знак перекрестной связи между сигналами красного, зеленого и синего каналов определяются спектральными характеристиками поглощения красителей, используемых в негативном и позитивном процессах. В цветном телевидении эту связь представляют тремя линейными уравнениями. Такие уравнения были рассчитаны для различных типов американских цветных киноплёнок [1], а также для немецкой киноплёнки [2] по данным измерений из [3].

В данной работе произведен расчет коэффициентов уравнений маскирования для отечественной цветной киноплёнки с негативным и позитивным процессами.

## Электронное маскирование

Выходные сигналы электронного цветокорректора  $R_0$ ,  $G_0$  и  $B_0$  образуются из трех

входных сигналов  $R$ ,  $G$  и  $B$  по уравнениям

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= a_{11}R + a_{12}G + a_{13}B, \\ G_0 &= a_{21}R + a_{22}G + a_{23}B, \\ B_0 &= a_{31}R + a_{32}G + a_{33}B, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ , ...,  $a_{33}$  — девять независимых коэффициентов.

С целью упрощения схемы цветокорректора и сохранения баланса белого в телевизионном изображении полагают сумму коэффициентов в каждом уравнении равной единице, и поэтому уравнения (1) можно переписать в виде

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= R + a_{12}(G - R) + a_{13}(B - R), \\ G_0 &= G + a_{21}(R - G) + a_{23}(B - G), \\ B_0 &= B + a_{31}(R - B) + a_{32}(G - B). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Эти уравнения содержат шесть независимых коэффициентов. В дальнейшем [1] и [2] будем называть уравнениями маскирования с ненормированными и с нормированными коэффициентами соответственно.

Обычно схемы цветокорректоров, например [1, 4, 5], строятся в соответствии с уравнениями (2). Сигналы с коэффициентами  $a_{12}$ ,  $a_{13}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{23}$ ,  $a_{31}$  и  $a_{32}$  называют корректирующими или сигналами маски. Они прибавляются к основным сигналам  $R$ ,  $G$  и  $B$  или вычитаются из них. При  $R = G = B$  сигнал маски равен нулю.

Более точная коррекция цветоделительных искажений кинопозитива возможна при осуществлении маскирования по [1]. Однако в этом случае сохранение баланса белого достигается за счет усложнения схемы цветокорректора. На рис. 1 показана блок-схема цветокорректора, с помощью которого маскирование осуществляется только на цветных деталях изображения. Работа такого цветокорректора сводится к следующему. Управляемые каскады при передаче серых деталей заперты, так как сигнал на выходе анализатора белого от-



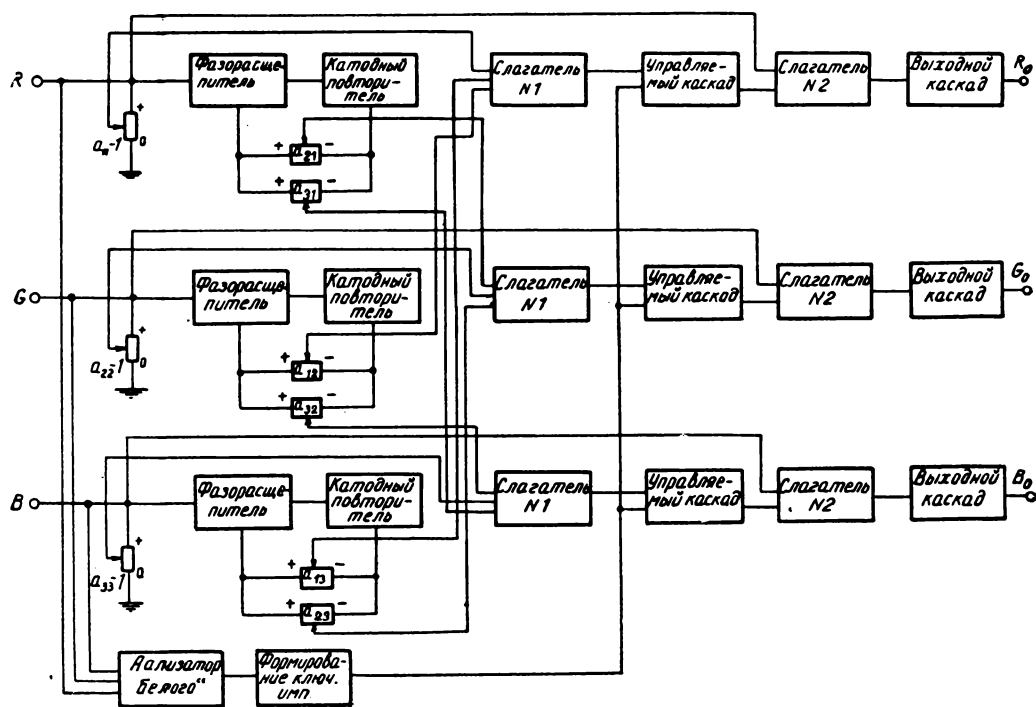


Рис. 1. Блок-схема цветокорректора с ненормированными коэффициентами уравнений маскирования

сутствует, а следовательно, отсутствует и ключевой импульс. При передаче цветных деталей появляется ключевой импульс, который открывает управляемые каскады, и к основным сигналам добавляются сигналы маски. Таким образом можно осуществить маскирование по (1) только на цветных деталях изображения.

Коэффициенты уравнений маскирования (1) и (2) можно определить по спектральным характеристикам поглощения желтого, пурпурного и голубого красителей [4]. Однако в этом случае не учитываются искажения, возникающие, например, при печати цветных кинофильмов с пониженной плотностью, при переходе на контратип и т. д. Коэффициенты уравнений маскирования можно также определить экспериментально при наличии объекта съемки и его кинопозитива. При этом коэффициенты в цветокорректоре устанавливаются так, чтобы при включении маскирования получить на экране цветового приемника воспроизведение цветов, наиболее близкое к оригиналу.

Третий путь определения коэффициентов уравнений маскирования, который исполь-

зован в данной работе, заключается в следующем [2, 5]. Объект в виде цветных полос с известными цветовыми координатами фотографируется на негативную цветную киноплёнку. С этого негатива обычным способом получают позитив. Кинокадр с цветными полосами проходит через все фотографические процессы, необходимые для получения цветного кинофильма. В полученном таким образом кинопозитиве определяются цветовые координаты цветов. Далее составляются три системы уравнений (для красного, зеленого и синего сигналов), которые связывают цвета оригинала с соответствующими цветами кинопозитива. Если количество цветов больше трех, то из полученных систем уравнений коэффициенты маскирования не могут быть точно определены. Наиболее оптимальные значения коэффициентов находятся способом наименьших квадратов или подбором.

#### Объект съемки и его кинопозитив

Объект съемки был изготовлен на студии «Союзмультифильм» и представлял собой изображение в виде вертикальных

Таблица 1

Цвет полосы	Объект				Кинопозитив 1				Кинопозитив 2			
	$x_0$	$y_0$	$z_0$	$Y_0\%$	$x_1$	$y_1$	$z_1$	$Y_1\%$	$x_2$	$y_2$	$z_2$	$Y_2\%$
Белый . . . . .	0,36	0,39	0,25	100	0,31	0,38	0,31	100	0,34	0,37	0,29	100
Желтый . . . . .	0,46	0,49	0,05	80,9	0,41	0,47	0,12	80,4	0,40	0,45	0,15	86,4
Голубой . . . . .	0,24	0,35	0,41	46,7	0,26	0,35	0,39	45,9	0,28	0,36	0,36	47,2
Зеленый . . . . .	0,33	0,54	0,13	30,5	0,36	0,45	0,19	19,6	0,34	0,46	0,20	29,5
Пурпурный . . . . .	0,38	0,30	0,32	11,5	0,39	0,38	0,23	8,7	0,42	0,37	0,21	12,2
Красный . . . . .	0,61	0,34	0,05	17,1	0,53	0,38	0,09	11,7	0,54	0,39	0,07	19,9
Синий . . . . .	0,22	0,27	0,51	10,6	0,29	0,34	0,37	12,3	0,28	0,35	0,37	18,4

цветных полос, аналогичное получаемому на экране цветного приемника от генератора цветных полос. При его изготовлении использовались красители с наибольшей насыщенностью. С этого объекта был получен негатив на цветной киноплёнке ДС-2, с которого были отпечатаны два кинопозитива. Кинопозитив 1 был получен обычным способом, по которому изготавливаются кинофильмы для проекции в кинотеатрах. Цветные кинофильмы, передаваемые в телевидении с помощью телекинопередатчика с бегущим лучом, должны иметь малую плотность. Эти фильмы могут быть получены при специальном режиме печати и обработки пленки. Так был изготовлен кинопозитив 2.

В табл. 1 приведены результаты измерения цветов объекта при освещении его стандартным источником В. В этой таблице также приведены результаты измерения цветов кинопозитивов 1 и 2. Яркости цветов указаны в относительных единицах по отношению к яркости белого, принятой за 100%. Измерения цветов кинопозитивов производились на белом экране, на который они проецировались при освещении стандартным источником С. Для измерений использовался объективный колориметр ТК-1.

В результате измерений было получено, что яркость синей полосы в кинопозитиве 2 составляет 18,4%. В этом случае, как показали расчеты, коррекция цветопередачи оказалась практически невозможной (в уравнениях (1) для зеленого сигнала сумма коэффициентов получается отрицательной). Поэтому яркость синей полосы в кинопозитиве 2 при дальнейших расчетах была принята равной яркости соответствующего цвета объекта, т. е. 10,6%.

На диаграмме цветности МКО (рис. 2)

показана область цветов, воспроизводимых на экране цветного приемника системы NTSC, а также результаты измерений цветности цветов объекта и кинопозитивов 1 и 2. Из этого графика нетрудно видеть, что существующие красители, применяемые для создания объектов съемки мультипликационных кинофильмов, не позволяют полностью использовать всю область цветов, воспроизводимых на экране цветного приемника. Используемая область цветов на кинопозитиве становится еще меньше из-за цветоделительных искажений.

Ниже рассматриваются возможности коррекции цветовых искажений кинопозитива 2 при электронном маскировании по уравнениям (1) и (2). Коэффициенты этих уравнений определяются для двух случаев: когда преобразование сигналов осуществляется до гамма-коррекции или после нее.

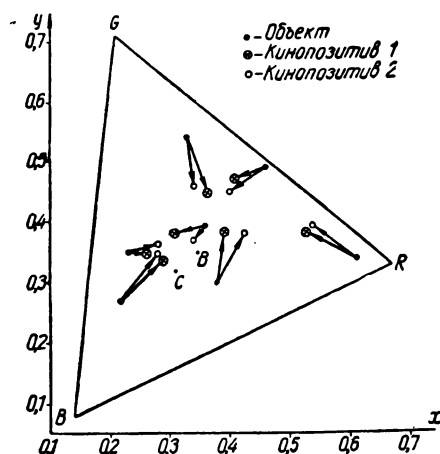


Рис. 2. Результаты измерений цветности оригинала и кинопозитивов 1 и 2

Цветные фильмы обычно субъективно оцениваются по воспроизведению хорошо знакомых зрителю цветов, например цветов лица, зелени, неба и т. д. При этом белое на экране может отличаться от белого в объекте. Поэтому определение коэффициентов маскирования будет производиться без учета коррекции искажений белого цвета.

### Пересчет сигналов до гамма-корректора

Из уравнений пересчета цветовых координат МКО в цветовые координаты системы приемника NTSC

$$\left. \begin{aligned} R &= 1,9097 x \frac{Y}{y} - 0,5324 Y - 0,2882 z \frac{Y}{y}, \\ G &= -0,9850 x \frac{Y}{y} + 1,9998 Y - 0,0283 z \frac{Y}{y}, \\ B &= 0,0582 x \frac{Y}{y} - 0,1182 Y + 0,8966 z \frac{Y}{y} \end{aligned} \right\} (3)$$

находим относительные значения напряжений сигналов, соответствующих данным цветам объекта и кинопозитива 2 (табл. 1). Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Цвет полосы	Объект			Кинопозитив 2		
	$R_0$	$G_0$	$B_0$	$R_k$	$G_k$	$B_k$
Желтый	99,59	86,74	2,27	92,36	96,31	20,08
Голубой	20,53	60,30	45,38	31,38	56,89	38,88
Зеленый	17,24	42,42	4,05	22,22	37,16	9,28
Пурпурный	18,17	8,30	10,48	17,96	10,56	5,57
Красный	48,77	3,91	2,02	40,98	12,56	2,45
Синий	5,09	12,12	17,20	7,32	12,53	9,28

Полученные значения сигналов подставляем в (1) и получаем три системы линейных уравнений. Решение этих систем уравнений производим способом наименьших квадратов. В результате находим значения девяти коэффициентов, с которыми ненормированные уравнения маскирования будут иметь вид

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= 1,29R_k - 0,43G_k + 0,15B_k, \\ G_0 &= -0,33R_k + 1,64G_k - 0,76B_k, \\ B_0 &= 0,05R_k - 0,72G_k + 3,38B_k. \end{aligned} \right\} (4)$$

После нормирования найденных коэффициентов получаем нормированные уравнения в виде

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= 1,28R_k - 0,43G_k + 0,15B_k, \\ G_0 &= -0,60R_k + 2,99G_k - 1,39B_k, \\ B_0 &= 0,02R_k - 0,27G_k + 1,25B_k. \end{aligned} \right\} (5)$$

Результат маскирования по уравнениям (4) и (5) показан на рис. 3. Расчет координат цветности, соответствующих значениям сигналов  $R_0$ ,  $G_0$  и  $B_0$ , производился по уравнениям

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{0,192R_0 + 0,055G_0 + 0,063B_0}{0,286R_0 + 0,261G_0 + 0,453B_0}, \\ y &= \frac{0,094R_0 + 0,185G_0 + 0,036B_0}{0,286R_0 + 0,261G_0 + 0,453B_0}. \end{aligned} \right\} (6)$$

Из рис. 3 видно, что маскирование по уравнениям с ненормированными коэффициентами позволяет существенно улучшить цветопередачу кинопозитива. Цвета кинопозитива на экране цветowego приемника воспроизводятся близкими к цветам оригинала. При маскировании по (5) неизбежны значительные искажения цветов на экране цветowego приемника. Это объясняется тем, что наложение условия неизменности белого  $C$  (нормирование коэффициентов) оказывается несовместимым с условиями коррекции цветов.

Была сделана попытка улучшить результат маскирования (коррекция цветности) по уравнениям с шестью коэффициентами за счет нарушения оптимальной коррекции яркости воспроизводимых цветов. Коэффи-

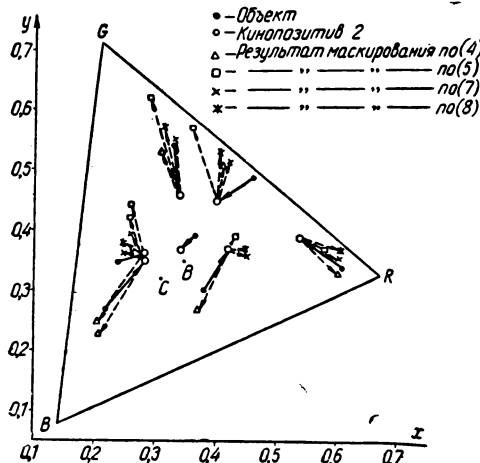


Рис. 3. Результаты маскирования при пересчете сигналов до гамма-корректора

циенты маскирования рассчитывались методом подбора. При этом учитывалась различная чувствительность глаза к изменению различных цветов. На рис. 3 приведен результат маскирования по нормированным уравнениям

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= 1,32R_k - 0,38G_k + 0,06B_k, \\ G_0 &= -0,25R_k + 1,50G_k - 0,25B_k, \\ B_0 &= 0,01R_k - 0,26G_k + 1,25B_k, \end{aligned} \right\} (7)$$

которые определены подбором шести коэффициентов. Из этого рисунка видно, что при маскировании по (7) получаются вполне удовлетворительные результаты.

В телевизионном изображении при маскировании «белое» кинофильма не должно изменяться. Нормированные уравнения маскирования (5) и (7) обеспечивают такой баланс белого для случая, когда белое в кинопозитиве имеет цветность стандартного источника  $C$  ( $x = 0,310$ ;  $y = 0,316$ ). Но практически белое в кино может иметь различные цветности. Баланс белого можно обеспечить и для другой цветности, что в цветокорректоре для (2), например, удобно сделать за счет подбора размахов сигналов на входах разностных каскадов. При включении сигналов маски белое кинопозитива, воспроизводимое на экране цветного приемника, не должно изменяться.

Определим, как изменятся уравнения (7), если в цветном кинопозитиве белое имеет цветность стандартного источника  $B$  ( $x = 0,348$ ;  $y = 0,352$ ). При маскировании это белое должно сохраняться на экране цветного приемника. При этих условиях маскирование будет осуществляться по уравнениям

$$\left. \begin{aligned} R_0 &= R_k - 0,38(1,11G_k - R_k) + \\ &+ 0,06(B_k - 0,64R_k) = \\ &= 1,34R_k - 0,42G_k + 0,06B_k, \\ G_0 &= G_k - 0,25(R_k - 1,11G_k) - \\ &- 0,25(1,42B_k - G_k) = \\ &= -0,25R_k + 1,53G_k - 0,36B_k, \\ B_0 &= B_k + 0,01(0,64R_k - B_k) - \\ &- 0,26(G_k - 1,42B_k) = \\ &= 0,01R_k - 0,26G_k + 1,36B_k. \end{aligned} \right\} (8)$$

Результат маскирования по уравнениям (8) также показан на рис. 3. Нетрудно заметить, что результаты маскирования по (7) и (8) примерно одинаковы.

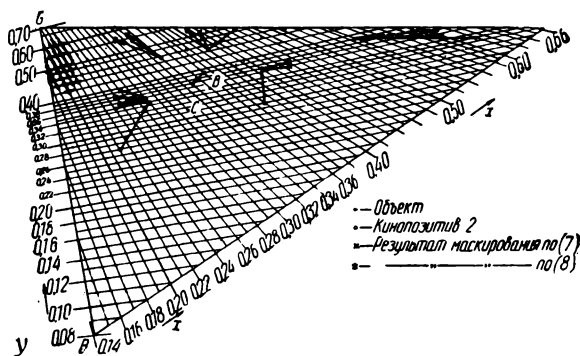


Рис. 4. Представление результатов маскирования на равноконтрастной диаграмме Джадда при пересчете сигналов до гамма-корректора

При маскировании необходимо получить воспроизведение цветов кинопозитива на экране цветного приемника, по возможности близкое к цветам объекта. На диаграмме цветности МКО (см. рис. 3) это трудно оценить, так как одинаковым расстоянием между равнояркими цветами соответствуют различные числа порогов цветоразличения. Поэтому результат маскирования по (7) и (8) представлен на равноконтрастной диаграмме Джадда (рис. 4). Из этого рисунка видно, что все цвета кинопозитива (кроме пурпурного, который на цветном кинопозитиве был почти черным) на экране цветного приемника воспроизводятся с большей насыщенностью, а по цветовому тону ближе к оригиналу, чем в кинопозитиве.

Таблица 3

Цвет полосы	Объект	Кинопозитив 2	Телевидение $Y = 0,30R_0 + 0,59G_0 + 0,11B_0$			
			уравнения маскирования			
			(4)	(5)	(7)	(8)
			$Y_{\Delta}$	$Y_{\square}$	$Y_{\times}$	$Y_{*}$
Желтый	100	100	100	100	100	100
Голубой	57,44	54,75	53,00	46,59	53,39	51,77
Зеленый	37,52	34,22	35,55	37,55	35,26	35,05
Пурпурный	14,15	14,15	12,53	9,64	13,14	12,97
Красный	21,03	23,08	19,33	13,73	20,77	20,95
Синий	13,04	21,34	11,74	9,95	12,01	11,48

В табл. 3 приведены яркости цветных полос объекта, кинопозитива 2 и телеви-

зионного изображения при маскировании по уравнениям (4), (5), (7) и (8). Эти яркости даны в относительных единицах (яркость желтого цвета принята за 100%).

**Пересчет сигналов после гамма-корректора**

Уравнения (1) при подаче на вход цветокорректора гамма-скорректированных сигналов  $R_k^{\frac{1}{\gamma}}$ ,  $G_k^{\frac{1}{\gamma}}$  и  $B_k^{\frac{1}{\gamma}}$  будут иметь вид

$$\left. \begin{aligned} R_0^{\frac{1}{\gamma}} &= a_{11} R_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{12} G_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{13} B_k^{\frac{1}{\gamma}}, \\ G_0^{\frac{1}{\gamma}} &= a_{21} R_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{22} G_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{23} B_k^{\frac{1}{\gamma}}, \\ B_0^{\frac{1}{\gamma}} &= a_{31} R_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{32} G_k^{\frac{1}{\gamma}} + a_{33} B_k^{\frac{1}{\gamma}}, \end{aligned} \right\} (9)$$

где  $\gamma$  — постоянный коэффициент, который для цветных приемников с трубкой с тепловой маской равен 2,2.

Коэффициенты в этих уравнениях опять определяем по результатам измерений цветов объекта и кинопозитива 2. Составляем по (9) три системы уравнений. Решая эти уравнения способом наименьших квадратов, имеем

$$\left. \begin{aligned} R_0^{0,45} &= 1,25 R_k^{0,45} - 0,36 G_k^{0,45} + 0,05 B_k^{0,45}, \\ G_0^{0,45} &= -0,74 R_k^{0,45} + 2,06 G_k^{0,45} - 0,64 B_k^{0,45}, \\ B_0^{0,45} &= 0,09 R_k^{0,45} - 0,83 G_k^{0,45} + 2,30 B_k^{0,45}. \end{aligned} \right\} (10)$$

После нормирования коэффициентов в этих уравнениях получаем

$$\left. \begin{aligned} R_0^{0,45} &= 1,32 R_k^{0,45} - 0,38 G_k^{0,45} + 0,06 B_k^{0,45}, \\ G_0^{0,45} &= -1,08 R_k^{0,45} + 3,02 G_k^{0,45} - 0,94 B_k^{0,45}, \\ B_0^{0,45} &= 0,06 R_k^{0,45} - 0,53 G_k^{0,45} + 1,47 B_k^{0,45}. \end{aligned} \right\} (11)$$

Результат маскирования по уравнениям (10) и (11) показан на рис. 5. Так как маскирование по (11) является неудовлетворительным, здесь, как и в случае пересчета сигналов до гамма-корректора, шесть коэффициентов были подобраны расчетным способом. С этими коэффициентами уравнения маскирования имеют вид

$$\left. \begin{aligned} R_0^{0,45} &= 1,38 R_k^{0,45} - 0,43 G_k^{0,45} + 0,05 B_k^{0,45}, \\ G_0^{0,45} &= -0,20 R_k^{0,45} + 1,30 G_k^{0,45} - 0,10 B_k^{0,45}, \\ B_0^{0,45} &= 0,05 R_k^{0,45} - 0,60 G_k^{0,45} + 1,55 B_k^{0,45}. \end{aligned} \right\} (12)$$

Результат маскирования по (12) является вполне удовлетворительным. Он показан на рис. 5. При условии сохранения неизменным белого  $B$  кинопозитива на экране цветowego приемника за счет соответствующей

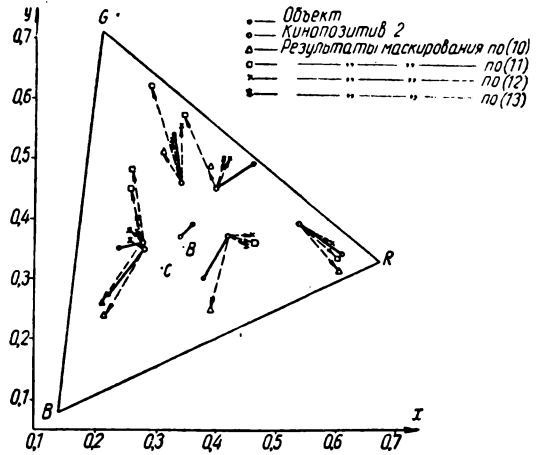


Рис. 5. Результаты маскирования при пересчете сигналов после гамма-корректора

щей установки сигналов на входах разностных каскадов цветокорректора уравнения (12) будут

$$\left. \begin{aligned} R_0^{0,45} &= R_k^{0,45} - 0,43 (1,05 G_k^{0,45} - R_k^{0,45}) + \\ &+ 0,05 (B_k^{0,45} - 0,82 R_k^{0,45}) = \\ &= 1,39 R_k^{0,45} - 0,45 G_k^{0,45} + 0,05 B_k^{0,45}, \\ G_0^{0,45} &= G_k^{0,45} - 0,20 (R_k^{0,45} - 1,05 G_k^{0,45}) - \\ &- 0,10 (1,17 B_k^{0,45} - G_k^{0,45}) = \\ &= -0,20 R_k^{0,45} + 1,31 G_k^{0,45} - 0,12 B_k^{0,45}, \\ B_0^{0,45} &= B_k^{0,45} - 0,05 (0,82 R_k^{0,45} - B_k^{0,45}) - \\ &- 0,60 (G_k^{0,45} - 1,17 B_k^{0,45}) = \\ &= 0,04 R_k^{0,45} - 0,60 G_k^{0,45} + 1,65 B_k^{0,45}. \end{aligned} \right\} (13)$$

Результат маскирования по (12) и (13) также представлен на равноконтрастной диаграмме Джадда (рис. 6). Из рассмотр-

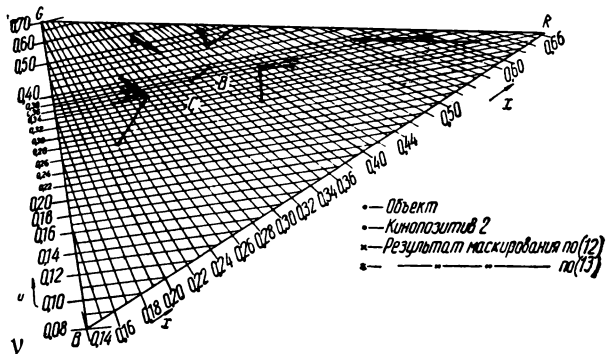


Рис. 6. Представление результатов маскирования на равноконтрастной диаграмме Джадда при пересчете сигналов после гамма-корректора

рения рис. 4 и 6 следует, что для данного кинопозитива нет принципиальных различий в результатах маскирования при пересчете сигналов как до гамма-корректора, так и после него.

В табл. 4 приведены яркости цветных полос объекта, кинопозитива 2 и телевизионного изображения при маскировании по (10) — (13).

Таблица 4

Цвет полосы	Объект	Кинопозитив 2	Телевидение $Y = 0,30 R_0 + 0,59 G_0 + 0,11 B_0$			
			уравнения маскирования			
			(10)	(11)	(12)	(13)
			$Y_{\Delta}$	$Y_{\square}$	$Y_{\times}$	$Y_{*}$
Желтый	100	100	100	100	100	100
Голубой	57,44	54,75	55,79	49,84	54,35	54,79
Зеленый	37,52	34,22	41,30	44,01	35,20	35,37
Пурпурный	14,15	14,15	10,87	7,45	14,16	14,24
Красный	21,03	23,08	19,05	11,90	25,30	25,48
Синий	13,04	21,34	12,32	10,50	12,29	12,39

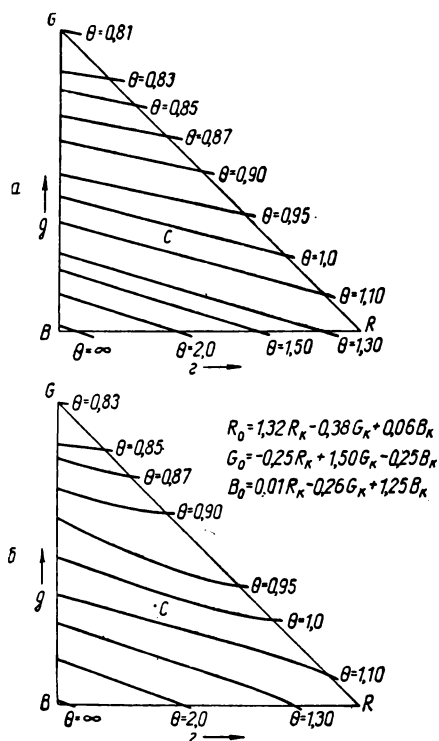


Рис. 7. Изменение отношения сигнала к шуму при электронном маскировании

В [6] исследовалось влияние электронного маскирования на отношение сигнала к шуму в цветном изображении. Действие шумов оценивалось по яркостному восприятию. По выражениям (14), (15) из [6] был произведен расчет относительного изменения отношения сигнала к шуму при маскировании по (7). Результаты расчета показаны на рис. 7 (а — для телекинопередатчика с камерой на видиконах, б — для телекинопередатчика с установкой с бегущим лучом). Из этого рисунка видно, что в результате маскирования происходит улучшение отношения сигнала к шуму на одних цветах и ухудшение этого отношения на других цветах. Для большинства цветов, воспроизводимых на экране цветкового приемника, эти изменения незначительны.

### Эксперимент

Результаты маскирования по уравнениям (7) и (12) были проверены экспериментально. В канал установки с бегущим лучом до гамма-корректора включался цветкорректор для (2). В этом цветкорректоре устанавливались коэффициенты маскирования (7). При передаче кинопозитива 2 сигналы на входах разностных каскадов подбирались такими, чтобы при включении маскирования белое на экране цветкового приемника не изменялось.

Наблюдатели имели возможность сравнивать воспроизведение цветных полос кинопозитива на экране приемника с цветами оригинала при освещении его источником В. Было отмечено, что при включении маскирования воспроизведение цветов на экране приемника существенно улучшается. Все цвета воспроизводятся более насыщенными. При этом искажения в воспроизведении цветовых тонов незначительны.

Затем цветкорректор включался после гамма-корректора и устанавливались коэффициенты маскирования по (12). В этом случае маскирование также улучшало воспроизведение цветов кинопозитива.

При маскировании по (7) и (12) существенного изменения отношения сигнала к шуму в цветном изображении не наблюдалось.

В результате испытаний не было отмечено значительных различий в результатах маскирования при пересчете сигналов до гамма-корректора и после него. Однако

более точная коррекция цветовых искажений кинопозитива получалась при пересчете сигналов до гамма-корректора.

### Заключение

Качество воспроизведения цветных кинофильмов на экране цветowego приемника может быть существенно улучшено при введении электронного маскирования. Коэффициенты уравнений маскирования могут быть рассчитаны по результатам измерений цветов объекта и его кинопозитива. В некоторых случаях они могут быть рассчитаны методом подбора из условия получения на экране цветowego приемника минимальных искажений в воспроизведении цветности оригинала. При этом необходимо учитывать чувствительность глаза к искажениям цветности. Целесообразно не корректировать искажений белого цвета в кинопозитиве.

Вполне удовлетворительные результаты могут быть получены при маскировании по уравнениям с шестью коэффициентами. Более точная коррекция цветоделительных искажений достижима с помощью уравне-

ний маскирования с девятью коэффициентами.

Электронное маскирование позволяет уменьшить не только цветоделительные искажения кинопозитива, но также искусственно расширить область цветов, создаваемых красителями в мультипликационных кинофильмах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Haines J. H., Color Characteristics of a Television Film Scanner, IRE, National Convention Record, part 7, Broadcasting and Television, 1954.
2. Зусманович В. М., Буряков А. Г., Коррекция искажений цветов в цветном телевизионном изображении при передаче кинофильмов, Техника кино и телевидения, 1961, № 3.
3. Hörmann H., Schultz W., Die Anwendung objektiver Prüfmethode auf den Subtraktiven Farbfilm unter besonderer Berücksichtigung des Agfacolor-Verfahrens, Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Photolaboratorien — Agfa, B. VII, 1951.
4. Burr R. P., The Use of Electronic Masking in Color Television, PIRE, 1954, 42, № 1.
5. Brewer W. L., Laad J. H., Pinney J. E., Proposed Controls for Electronic Masking in Color Television, IRE Convention Record, 1955, 3, p. 7.
6. Дерюгин Н. Г., Изменение отношения сигнала к шуму в изображении при электронном маскировании кинофильмов в цветном телевидении, Электросвязь, 1962, № 9.

# ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ РАЗВЕРТКИ С ПАУЗОЙ МЕЖДУ КАДРАМИ

621.397.3

Описан метод получения периодических телевизионных разверток пилообразной формы, имеющих паузы между кадрами. Рассмотрен способ центровки таких разверток, позволяющий сократить число источников питания в выходных каскадах.

Одним из частных вопросов, возникающих при развитии прикладного телевидения, является формирование «останавливаемых» разверток, т. е. разверток, непрерывность которых нарушается тем или иным образом. Это связано либо с необходимостью однократного считывания телевизионного изображения, либо с разделением во времени процессов записи и считывания. В зависимости от специфики задачи можно выделить два типа разверток, обеспечивающих считывание, разделенное во времени с записью.

Во-первых, развертки, запускаемые внешним командным сигналом и рассчитанные на считывание одного телевизионного кадра.

Во-вторых, периодические развертки с паузами между кадрами на время записи. Такой тип разверток применим, например, в том случае, когда процесс, запись которого должна по тем или иным причинам осуществляться в отсутствие разверток, является периодическим, и на развертки может быть подан сигнал синхронизации от процесса.

Другим случаем является запись однократного сигнала, начало которого может быть принудительно задано от схемы разверток, и, таким образом, процесс записи изображения на мишени совмещен с паузой в развертке. Ниже описывается схема разверток, примененная нами в телевизионной установке на суперортиконе, предназначенной для изучения быстропеременных спектров.

В нашем случае схема используется для получения периодических разверток с паузами между кадрами. В установке предусмотрен генератор импульсов, задающий начало записи изображения на мишени суперортикона, причем один из этих импульсов через схему совпадения может быть в нужный момент подан для запуска изучаемого процесса. Кадровая и строчная развертки запускаются импульсами, формируемыми специальным устройством по

окончании процесса записи изображения на мишени.

Таким образом, данная схема рассчитана на работу с однократным процессом, за-

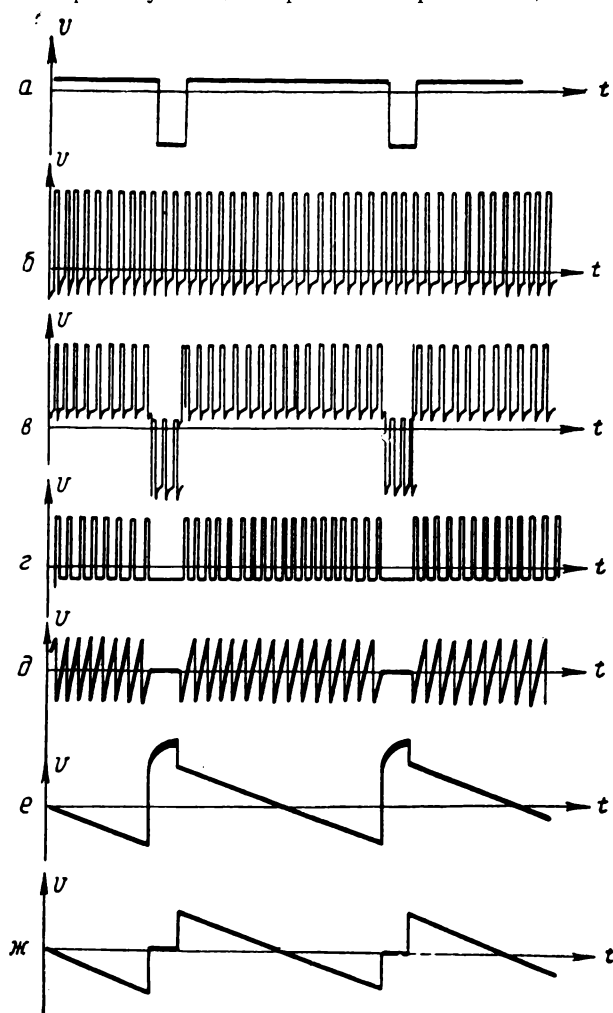


Рис. 1. Графики напряжений в схеме разверток: а — кадровые импульсы, формируемые мультивибратором; б — строчные импульсы; в — напряжение после смесительной цепи; г — напряжение на выходе усилителя-ограничителя; д — окончательная форма напряжения строчной развертки; е — напряжение кадровой развертки на накопительной емкости каскада формирования пилообразного напряжения; ж — окончательная форма кадровой развертки





половину ( $L_9$ ), которая подключена анодом к накопительной емкости, фиксируя напряжение на ней во время паузы. Регулировкой размаха импульсов на сетке триода осуществляется центровка строк.

Из-за наличия кондуктивной связи между накопительной емкостью и анодом лампы, фиксирующей на ней напряжение в паузе, максимальная (равно как и минимальная) величина длительности паузы зависит только от длительности управляющего импульса, подаваемого на сетку  $L_9$ .

В схеме кадровой развертки в качестве буферного каскада на входе стоит триггер Шмидта ( $L_{12}$ ), повторяющий форму импульса с мультивибратора.

С триггера Шмидта положительные импульсы поступают на сетку пентода 6Ф1П ( $L_{13}$ ) в каскад формирования пилообразного напряжения кадровой развертки. Для получения короткого обратного хода и ровной площадки в паузе применяется «пикинг» с последующим ограничением подпертым диодом, после чего осуществлена схема центровки, описанная выше.

Выходные каскады обеих разверток ( $L_{10}$ ,  $L_{17}$ ,  $L_{18}$ ) выполнены по последовательной двухтактной схеме на триодах 6С19П. Низкое выходное сопротивление такой схемы и отсутствие постоянного тока

в диагонали, куда подключаются отклоняющие катушки, позволяют обойтись без выходных трансформаторов и тем самым устранить опасность нелинейных искажений пилообразных сигналов.

Эта схема особенно удобна при использовании высокоомной отклоняющей системы, что в нашем случае вызвано потребностью уменьшить время переходного процесса в катушках.

Применение описанных выше методов центровки позволяет для питания оконечных каскадов ограничиться двумя источниками питания вместо четырех, которые обычно требуются в такой схеме при центровке по питанию.

Следует отметить, что, подавая на  $L_9$  импульсы различной формы, можно получать самые разнообразные формы сигнала в паузах, что в ряде случаев представляет значительный интерес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Купревич Н. Ф., Телевизионная техника в астрономии, Госэнергоиздат, 1958.
2. Богатов Г. Б., Бялик Г. И., Прикладные телевизионные установки, Госэнергоиздат, 1959.
3. Loeser C. N., Television Scanning Microspectrophotometry, Progress in Neurobiology, 1957, 2, p. 224—242.

# ПЕРЕХОДНЫЕ ЗАТУХАНИЯ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ БЛОКАХ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК

681.142.652.34

Даны определения переходных затуханий в блоках магнитных головок. Проведен анализ эквивалентных схем магнитных цепей блоков. Установлено влияние на переходные затухания различных параметров блоков. Полученные результаты подтверждены экспериментальными данными. Приведены рекомендации по конструированию блоков магнитных головок без экранов между головками и максимальными переходными затуханиями.

В технике магнитной записи широкое распространение получили многодорожечные запись и воспроизведение многоканальными блоками магнитных головок. Особый интерес представляет многодорожечная запись при повышенной плотности расположения магнитных головок в блоке (1—10 головок на миллиметр), так как она обеспечивает высокую поверхностную плотность записи информации. Одной из причин, затрудняющих применение многодорожечной записи, является наличие связей между соседними каналами. Они вызваны преимущественно непосредственной связью магнитограммы с головками воспроизведения, воспроизводящими сигналы с соседних дорожек, и, кроме этого, магнитными связями непосредственно между соседними головками в процессах записи и воспроизведения.

Вопросы связи магнитограммы с воспроизводящей головкой, считывающей сигналы с соседней дорожки, достаточно хорошо изучены и описаны в литературе [1, 2]. Иначе обстоит дело с вопросом о магнитных связях между соседними магнитными головками, расположенными в блоке. Отсутствие опубликованных исследований этого вопроса привело к широкому использованию недостаточно обоснованной методики измерения переходных затуханий между магнитными головками в блоках и, как следствие, к неправильному (в целом ряде случаев) подходу при конструировании таких блоков.

Проведение исследований для блоков с высокой поперечной плотностью головок (1—10 головок на миллиметр) позволяет сделать ряд упрощающих допущений. Вместе с тем полученные результаты остаются справедливыми и для блоков с меньшей плотностью головок.

## 1. Определение понятия переходных затуханий между головками блоков

В общем случае относительные переходные затухания между двумя связанными системами определяются по отношению уровней сигналов, выраженному в неперах или в децибелах, на выходах этих систем, возникших благодаря действию входного сигнала на вход одной из систем.

Распространим это определение на блоки магнитных головок.

В блоке записывающих головок входной цепью является обмотка одной из головок  $M^{(1)}$ , выходами являются рабочие зазоры записывающих головок. Относительное переходное затухание определится как отношение напряженности магнитного поля  $H^{(1)}$  над рабочим зазором головки  $M^{(1)}$  (в обмотку которой подан сигнал), к напряженности магнитного поля  $H^{(n)}$  над рабочим зазором головки  $M^{(n)}$ , для которой определяется переходное затухание.

$$b_{\text{зап}} = 20 \lg \left| \frac{H^{(1)}}{H^{(n)}} \right| \text{ дб.} \quad (1)$$

Наибольшее значение в режиме записи имеет продольная составляющая поля, ввиду чего в этом выражении (1) в дальнейшем под значениями  $H^{(1)}$  и  $H^{(n)}$  будем подразумевать только продольные составляющие напряженности магнитного поля над рабочими зазорами головок. В свою очередь продольная составляющая в непосредственной близости от рабочей поверхности головки зависит только от разности магнитных потенциалов между полусердечниками, образующими рабочий зазор головки. Это позволяет переписать (1) в несколько

ином виде, более удобном для последующего рассмотрения:

$$b_{\text{зап}} = 20 \lg \left| \frac{U_M^{(1)}}{U_M^{(n)}} \right| = 20 \lg \left| \frac{\Phi^{(1)}}{\Phi^{(n)}} \right| \delta b, \quad (1a)$$

где  $U_M^{(1)}$  и  $U_M^{(n)}$  — разности магнитных потенциалов между полусердечниками, образующими рабочие зазоры соответствующих головок:  $\Phi^{(1)}$  и  $\Phi^{(n)}$  — магнитные потоки, пронизывающие рабочие зазоры тех же магнитных головок.

Переход от выражения (1) к (1a) возможен, так как геометрические размеры зазоров в головках одного блока с большой точностью поддерживаются идентичными и, следовательно,

$$H^{(1)} = k_1 U_M^{(n)} = k_2 \Phi^{(1)}, \\ H^{(n)} = k_1 U_M^{(n)} = k_2 \Phi^{(n)},$$

откуда

$$\frac{H^{(1)}}{H^{(n)}} = \frac{U_M^{(1)}}{U_M^{(n)}} = \frac{\Phi^{(1)}}{\Phi^{(n)}}.$$

Для блоков воспроизводящих головок входом является рабочий зазор одной из головок  $M^{(1)}$ , а выходами — обмотки магнитных головок  $M^{(1)}$  и  $M^{(n)}$ . С учетом этого переходное затухание в блоке головок при воспроизведении определится как отношение напряжений  $U^{(1)}$ , развиваемого на обмотке головки  $M^{(1)}$ , к напряжению  $U^{(n)}$ , развиваемому на обмотке головки  $M^{(n)}$ , т. е.

$$b_{\text{вос}} = 20 \lg \left| \frac{U^{(1)}}{U^{(n)}} \right| \delta b. \quad (2)$$

Величину переходных затуханий в блоке воспроизводящих головок можно выразить через магнитные потоки, пронизывающие обмотки соответствующих головок:

$$b_{\text{вос}} = 20 \lg \left| \frac{\Phi_{A_1}^{(1)} + \Phi_{A_2}^{(1)}}{\Phi_{A_1}^{(n)} + \Phi_{A_2}^{(n)}} \right| \delta b. \quad (2a)$$

Это выражение непосредственно вытекает из (2), так как число витков в обмотках головок одного блока всегда выполняется одинаковым. Частота изменения потоков  $\Phi_{A_1}^{(1)} + \Phi_{A_2}^{(1)}$  и  $\Phi_{A_1}^{(n)} + \Phi_{A_2}^{(n)}$  также одинаковая, ввиду чего отношение напряжений

$$U^{(1)} = k_3 \frac{d(\Phi_{A_1}^{(1)} + \Phi_{A_2}^{(1)})}{dt}$$

и

$$U^{(n)} = k_3 \frac{d(\Phi_{A_1}^{(n)} + \Phi_{A_2}^{(n)})}{dt}$$

дает результат

$$\frac{U^{(1)}}{U^{(n)}} = \frac{\Phi_{A_1}^{(1)} + \Phi_{A_2}^{(1)}}{\Phi_{A_1}^{(n)} + \Phi_{A_2}^{(n)}}.$$

Из определения относительных переходных затуханий между головками блоков следует, что они могут достигать очень больших значений (теоретически стремящихся к бесконечности), когда в режиме записи разность магнитных потенциалов между полусердечниками головок  $M^{(n)}$ , расположенных по соседству с возбужденной головкой  $M^{(1)}$ , равняется нулю. Такие же значения переходных затуханий могут быть получены и в режиме воспроизведения, если магнитный поток, ответляющийся из головки  $M^{(1)}$ , не пронизывает обмотки головок  $M^{(n)}$ . Наиболее простой мерой, обеспечивающей переходные затухания достаточно большой величины, является экранировка головок в блоке, однако она значительно усложняет конструкцию блока, уменьшает чувствительность головок в блоке, а при высокой плотности головок в блоке становится трудно осуществимой и не обеспечивает необходимой величины переходных затуханий. Проводимый ниже анализ переходных затуханий показывает, что при определенных условиях даже без магнитных экранов между головками можно полностью избавиться от взаимовлияний между головками или значительно их уменьшить.

## 2. Эквивалентная схема блока магнитных головок

Для упрощения исследований магнитных цепей блока головок будем считать, что потери на гистерезис и вихревые токи настолько малы, что их можно не учитывать. Кроме этого, так как магнитная проницаемость сердечников головок на несколько порядков превышает магнитную проницаемость среды, окружающей эти сердечники, то магнитными сопротивлениями последних по сравнению с магнитными сопротивлениями немагнитных зазоров в дальнейшем будем пренебрегать. Последнее обстоятельство позволяет считать магнитные цепи блоков магнитных головок (как воспроизводящих, так и записывающих) линейными.

Исследование магнитных цепей блока го-

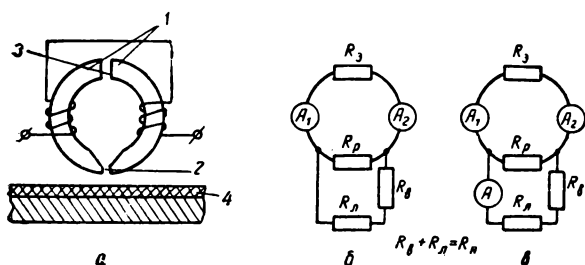


Рис. 1. Магнитная головка и ее эквивалентные схемы:

а — магнитная цепь головки, нагруженной на магнитоноситель; б — эквивалентная электрическая схема записывающей головки; в — эквивалентная электрическая схема воспроизводящей головки; 1 — полусердечники головки; 2 — рабочий зазор; 3 — задний зазор; 4 — магнитоноситель;  $R_p, R_3, R_B, R_d$  — электрические сопротивления, эквивалентные магнитным сопротивлениям соответственно: рабочего зазора, заднего зазора, зазора между магнитной головкой и магнитоносителем, магнитоносителя;  $A_1$  и  $A_2$  — условные обозначения, эквивалентные обмоткам на сердечниках головки (в режиме записи они являются согласованно включенными источниками напряжения; в режиме воспроизведения — индикаторами тока); А — источник эдс, эквивалентный магнитодвижущей силе магнитоносителя в режиме воспроизведения

ловок с учетом сделанных допущений может проводиться любыми методами, принятыми для решения магнитоэлектронных задач. Далее используется метод электрических аналогий, при котором исследуются электрические схемы, эквивалентные магнитным цепям головок. Для магнитной цепи составляют эквивалентную ей электрическую схему и рассчитывают ее.

На рис. 1 схематически показана магнитная цепь головки, нагруженной на магнитоноситель, и ее эквивалентные схемы (ЭС) для режимов записи и воспроизведения. Из рисунков видно, что без внесения какой-либо погрешности в эквивалентные схемы головок можно считать их обмотки, обычно распределенные по сердечникам, выполненными каждой в виде одного витка, расположенного в плоскости сечения магнитопроводов, и перпендикулярными вектору индукции в сердечнике. Магнитные сердечники головок состоят из четырех зон (I, II, III, IV), характерных тем, что в пределах каждой из них магнитные потенциалы поверхностей сердечников головок одинаковы (рис. 2).

Эквивалентные схемы аналогичного вида получаются и для магнитных головок иной конструкции. Например, для несимметричных головок, у которых обмотка намотана только на одной половине сердечника, на ЭС будет отсутствовать один из эквивалентов обмоток  $A_1$  или  $A_2$  и будут существовать только три эквипотенциальные зоны.

Рассмотрим двухканальный блок магнитных головок с одновитковыми обмотками на каждом из полусердечников без экранов между головками. Блок состоит из восьми эквипотенциальных зон, разделенных пространством с проницаемостью  $\mu = 1$ . Причиной взаимовлияния между головками являются утечки магнитного потока с сердечника одной головки на сердечник другой головки через магнитные сопротивления утечек. ЭС блока головок состоит из двух ЭС элементарных головок, отдельные эквипотенциальные зоны которых соединяются

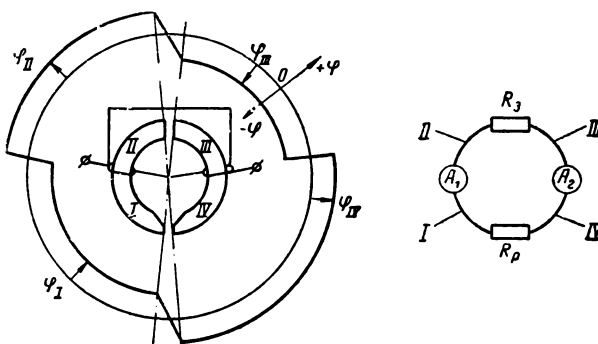


Рис. 2. Распределение эквипотенциальных зон у ненагруженной на магнитоноситель головки с одновитковой обмоткой на каждом из полусердечников и положение этих зон на ее эквивалентной схеме

через магнитные сопротивления утечек друг с другом. Получающаяся при этом схема хотя и достаточно точна, но не наглядна, и ее исследование чрезвычайно громоздко.

Эквивалентная схема существенно упрощается, если пренебречь сопротивлениями утечек между всеми зонами, за исключением сопротивлений между одноименными зонами I<sup>(1)</sup> и I<sup>(2)</sup>, II<sup>(1)</sup> и II<sup>(2)</sup>, III<sup>(1)</sup> и III<sup>(2)</sup>, IV<sup>(1)</sup> и IV<sup>(2)</sup> (рис. 3), что вполне допустимо, так как эти сопротивления для блоков с высокой поперечной плотностью головок значительно (больше чем на порядок) отличаются от сопротивлений между разноименными зонами.

Аналогичные эквивалентные схемы могут быть построены для трех- и многоканальных блоков.

### 3. Переходные затухания в блоке записывающих головок

По эквивалентной схеме двухканального блока (см. рис. 3) можно определить переходные затухания в режиме записи в

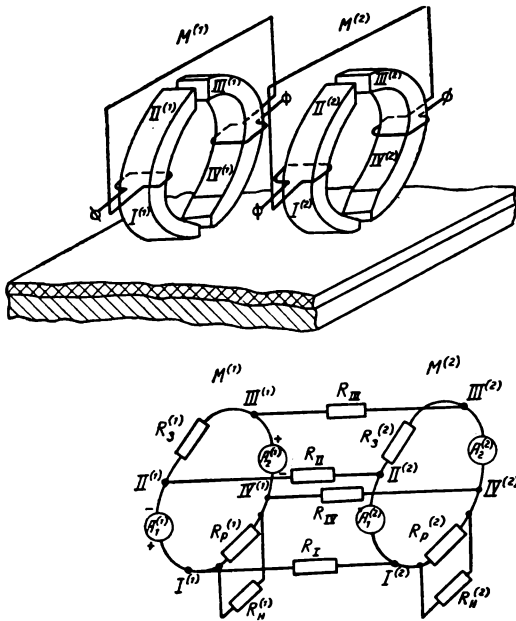


Рис. 3. Нагруженный на магнитоноситель двухканальный блок магнитных записывающих головок и его упрощенная эквивалентная схема;  $R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$  — сопротивления эквивалентных магнитным сопротивлениям утечек между одноименными зонами соседних головок  $M^{(1)}$  и  $M^{(2)}$

соответствии с (1а). На этой схеме ток, проходящий через сопротивление  $R_n^{(1)}$ , эквивалентен магнитному потоку  $\Phi^{(1)}$  (1а), а ток через сопротивление  $R_n^{(2)}$  — магнитному потоку  $\Phi^{(2)}$ . Для определения этих токов необходимо решить систему алгебраических уравнений, описывающих эквивалентную схему. Ее решение позволяет найти условия отсутствия взаимовлияний между магнитными головками блока (условия, при которых  $b_{зап} \rightarrow \infty$ ). Такими условиями будут:

$$I. R_3^{(1)} = R_3^{(2)} = 0 \quad (3)$$

и

$$II. \frac{R_3^{(1)}}{R_{np}^{(1)}} = \frac{(R_{III} + R_{IV}) R_{II} U_1 + (R_I + R_{II}) R_{III} U_2}{(R_{III} + R_{IV}) R_I U_1 + (R_I + R_{II}) R_{IV} U_2}, \quad (4)$$

$$\text{где } R_{np}^{(1)} = \frac{R_p^{(1)} \cdot R_n^{(1)}}{R_p^{(1)} + R_n^{(1)}}.$$

Первое из этих условий имеет простой физический смысл: магнитные головки блока выполнены без задних зазоров, благодаря чему полусердечники, образующие головку  $M^{(2)}$ , расположенную по соседству с возбужденной головкой  $M^{(1)}$ , находятся под одинаковым магнитным потенциалом. Весь магнитный поток рассеивания, проникающий в магнитопровод головки  $M^{(2)}$ , замыкается не через ее рабочий зазор, а по магнитопроводу головки.

Очевидно, что и второе условие реализации  $b \rightarrow \infty$  также приводит к тому, что разность магнитных потенциалов между полусердечниками, образующими рабочий зазор головки  $M^{(2)}$ , равна нулю, т. е.  $\varphi_{II}^{(2)} = \varphi_{III}^{(2)} = \varphi_{IV}^{(2)}$ .

Для выяснения физической сущности второго условия (4) рассмотрим некоторые частные случаи, представляющие практический интерес.

1. Пусть блок состоит из головок с обмотками, расположенными только на одном из полусердечников каждой из головок, т. е. на каждой из эквивалентных схем головок отсутствует по одному из эквивалентов обмоток, тогда возможны следующие случаи:

а) отсутствуют обмотки, разделяющие полусердечники на зоны III и IV. На эквивалентной схеме это равносильно отсутствию эквивалентов этих обмоток  $A_2^{(1)}$  и  $A_2^{(2)}$  и, следовательно,  $U_2 = 0$ . Таким образом (4) преобразуется к виду

$$\frac{R_3^{(1)}}{R_{np}} = \frac{R_{II}}{R_I}, \quad (6)$$

б) отсутствуют обмотки, разделяющие полусердечники на зоны I и II, т. е.  $U_1 = 0$ , тогда из (4) получаем

$$\frac{R_3^{(1)}}{R_{np}} = \frac{R_{III}}{R_{IV}}. \quad (7)$$

В обоих случаях (а и б) отсутствие взаимовлияний является следствием того, что источник магнитодвижущей силы (одиночный виток обмотки) и рабочий зазор головки, для которой определяется переходное затухание, оказываются включенными в противоположные диагонали сбалансированного магнитного моста. Отношения (6) и (7) выражают условия баланса моста. Из этих отношений следует, что при выбранных форме сердечников и конструктивных параметрах рабочего и заднего зазоров головки может существовать только одно

положение одиночного витка обмотки, при котором  $b_{\text{зап}} \rightarrow \infty$ . Все другие положения одиночного витка приводят к нарушению равенств (6) и (7).

Очевидно, что балансировка магнитного моста может производиться как за счет сдвига витка по сердечнику головки, так и (при неподвижных витках) за счет изменения магнитных сопротивлений утечек любым другим способом. При разбалансировке моста в ту или иную сторону меняются величина и направление магнитного потока, пронизывающего рабочий зазор головки  $M^{(2)}$ .

Соотношения (6) и (7) остаются справедливыми и для головок с несимметричными сердечниками, а также для блоков с чередующимся расположением обмоток на головках (например, на головке  $M^{(1)}$  расположена обмотка  $A_1$ , а на головке  $M^{(2)}$  — обмотка  $A_2$ ).

2. Сердечники головок симметричны относительно плоскости, проходящей через рабочие и задние зазоры, обмотки расположены на каждом из полусердечников и также симметричны. Условия симметрии для эквивалентной схемы запишутся в виде

$$U_1 = U_2, \quad R_I = R_{IV}; \quad R_{II} = R_{III}, \quad (8)$$

тогда (4) преобразуется и будем иметь

$$\frac{R_{\text{н}}^{(1)}}{R_{\text{пр}}} = \frac{R_{II}}{R_I} = \frac{R_{III}}{R_{IV}}. \quad (9)$$

Из соотношения (9) видно, что оно схоже с соотношениями (6) и (7), т. е. здесь также имеет место баланс магнитного моста.

3. Сердечники головок несимметричны, но для них удовлетворяется условие  $g_I + g_{II} = g_{III} + g_{IV}$ , где  $g_I = 1/R_I$ ;  $g_{II} = 1/R_{II}$  и т. п. и  $U_1 = U_2$ ; тогда (4) приводится к соотношению

$$\frac{R_{\text{н}}^{(1)}}{R_{\text{пр}}} = \frac{g_I + g_{IV}}{g_{II} + g_{III}}. \quad (10)$$

Из (10) видно, что, в отличие от рассмотренных ранее случаев, здесь для любого положения витка на полусердечнике существует определенное положение второго витка на другом полусердечнике этой же головки, при котором поток через рабочий зазор головки  $M^{(2)}$  равен нулю. Это является следствием того, что поток, созданный в рабочем зазоре головки  $M^{(2)}$  отдельно взятым витком головки  $M^{(1)}$ , компенсируется таким же по величине, но противо-

положным по направлению потоком, созданным витком, расположенным на другом полусердечнике этой же головки  $M^{(1)}$ .

Аналогичным образом можно показать физический смысл и других частных случаев, вытекающих из (4), а также и наиболее общего случая, описываемого соотношением (4).

Рассмотренные выше условия отсутствия взаимовлияний между головками были получены в предположении, что обмотка выполнена в виде одного витка. В реальных головках используются многовитковые обмотки, витки которых частично распределены по их сердечникам. Анализ эквивалентной схемы блока головок показывает, что при определенных условиях и в этом случае принципиально возможно избавиться от взаимовлияний между головками.

Первое условие (3), полученное ранее, остается в силе и для многовитковых обмоток, так как оно не зависит от положения одиночного витка на сердечнике головки.

Второе условие (4) (условие баланса магнитной цепи) для многовитковой обмот-

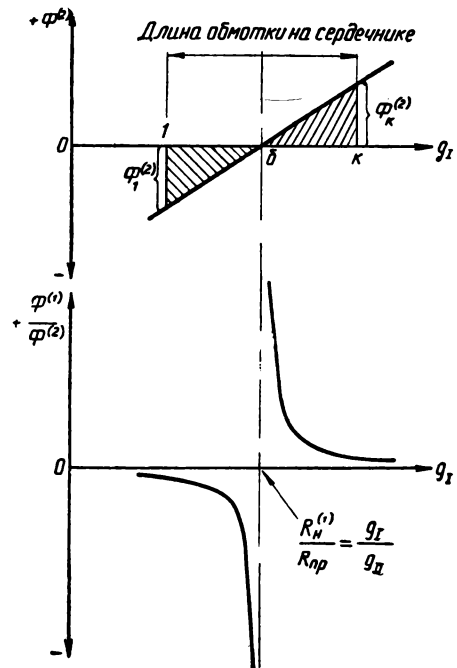


Рис. 4. Влияние положения одиночного витка обмотки на сердечнике головки  $M^{(1)}$  на величину связи этой головки с головкой  $M^{(2)}$

ки оказывается необходимым, но недостаточным для устранения взаимовлияний, поскольку оно справедливо только для одного положения витка на сердечнике. Для всех остальных витков происходит разбалансировка магнитного моста. В этом случае для устранения взаимовлияний между головками необходимо, чтобы полный отрицательный магнитный поток, пронизывающий рабочий зазор головки  $M^{(2)}$ , создаваемый витками, расположенными слева от сбалансированного витка  $b$ , равнялся бы по величине положительному магнитному потоку, создаваемому витками, расположенными справа от сбалансированного витка (рис. 4). Условие (4) в этом случае дополняется соотношением

$$\sum_{n=1}^{n=b} \Phi_i = \sum_{n=b}^{n=k} \Phi_i. \quad (11)$$

Очевидно, что соотношения (4) и (11) являются необходимыми и достаточными условиями отсутствия взаимовлияний между магнитными головками многоканального блока с многovitковыми обмотками на них.

#### 4. Переходные затухания в блоке воспроизводящих головок

Проводимый анализ исходит из предположения линейности магнитных цепей блока головок в режимах записи и воспроизведения. Так как для линейных цепей справедлив принцип взаимности, то с помощью простейших соотношений можно показать, что все полученные выше выражения для значений переходных затуханий в режиме записи остаются справедливыми и в режиме воспроизведения. Условия отсутствия взаимовлияний (3), (4) и (11) также остаются в силе.

Ранее считалось, что эквивалентом магнитных сопротивлений блока головок являются активные электрические сопротивления. Это справедливо только при сравнительно низких частотах, когда влияние потерь на гистерезис и вихревые токи в материале сердечников головок, а также влияние вихревых токов, возникающих в арматуре и экранах блоков (которые обычно выполняются металлическими), не сказываются на распределении магнитных потоков в блоке головок. На высоких частотах влияние вихревых токов и потерь на гис-

терезис на распределение магнитных потоков учитывается введением в эквивалентные схемы головок и блока комплексных сопротивлений. Для эквивалентной схемы (см. рис. 3) в этом случае в полученные соотношения вместо активных сопротивлений подставляются комплексные сопротивления.

#### 5. Влияние на величину переходных затуханий нагрузок, подключенных к обмоткам головок

Приведенные выше соотношения получены в предположении, что в режиме воспроизведения обмотки головок разомкнуты, а в режиме записи запитываются от высокоомных источников тока. Хотя такие случаи представляют наибольший практический интерес, однако часто бывает, когда обмотки головок нагружены на сопротивления (в общем случае — комплексные) конечной величины. Тогда на величину переходных затуханий оказывает влияние и величина этих сопротивлений нагрузки.

В режиме записи в двухканальном блоке головок (см. рис. 3) полный магнитный поток  $\Phi_n^{(2)}$ , пронизывающий рабочий зазор головки  $M^{(2)}$ , равен алгебраической сумме магнитного потока  $\Phi_1^{(2)}$ , определяемого из эквивалентной схемы рис. 3 при разомкнутых обмотках, и магнитного потока  $\Phi_R^{(2)}$ , созданного током, протекающим по обмотке головки  $M^{(2)}$  благодаря наведенной на нее э. д. с.

Когда параметры головок выбраны в соответствии с (3), (4) и (11), через рабочий зазор головки  $M^{(2)}$  проходит только магнитный поток  $\Phi_2^{(2)}$ , который изменяется прямо пропорционально изменению тока  $I_2$ , проходящего по обмотке этой головки. Точно такая же зависимость существует и между током  $I_1$ , проходящим по обмотке головки  $M^{(1)}$ , и магнитным потоком  $\Phi^{(1)}$ , пронизывающим рабочий зазор этой же головки. Переходное затухание в этом случае определится из соотношения

$$b_{\text{зап}} = b_{\text{вос}} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2} \delta b. \quad (12)$$

#### 6. Экспериментальная проверка полученных результатов

С целью выяснения справедливости данных выше определений переходных затуханий (1) и (2) и установления достоверности



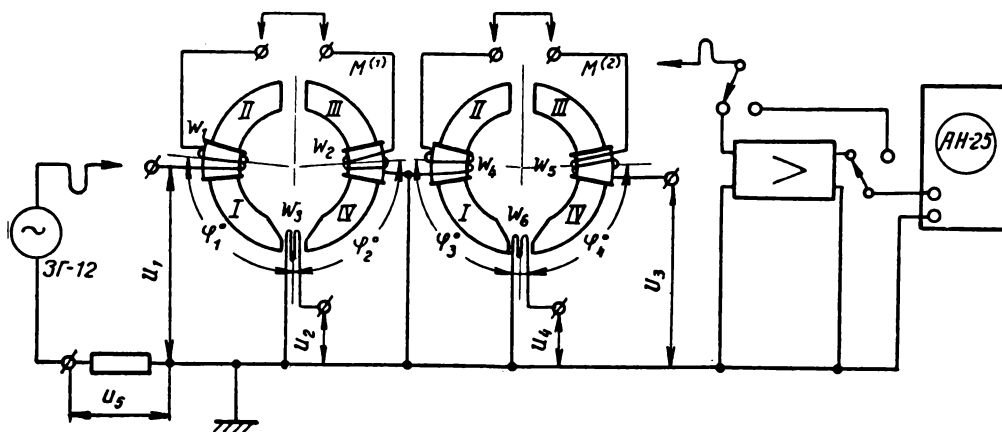


Рис. 5. Схема измерений переходных затуханий на экспериментальной модели двухканального блока головок:

$w_1 = w_2 = w_4 = w_5 = k = 50$  витков,  $w_3 = w_6 = 10$  витков, длина рабочего зазора головок  $l_1 = 90$  мк, внешний диаметр сердечников 25 мм, внутренний диаметр 18 мм, толщина набора 2,5 мм, расстояние между сердечниками головок 3,5 мм

полученных (исходя из этих определений) результатов (3), (4), (11) и др. были измерены переходные затухания на модели двухканального блока и на реальном двухканальном блоке головок.

Модель двухканального блока головок (рис. 5) состояла из двух тороидальных сердечников головок, на каждый из полу-сердечников которых были надеты узкие каркасы с обмотками на них —  $w_1, w_2, w_3, w_4$ . Обмотки, соответствующие каждой из головок, могли попарно согласованно соединяться. Каркасы с обмотками на них могли перемещаться вдоль по сердечникам в пределах  $70^\circ$  так, чтобы можно было изменять соотношения сопротивлений  $R_I, R_{II}, R_{III}$  и  $R_{IV}$  (см. рис. 3). Носики головок в плоскости рабочих зазоров охватывались обмотками  $w_3$  и  $w_6$ , которые в режиме записи являлись индикаторами магнитного потока, пронизывающего рабочие зазоры головок, а в режиме воспроизведения служили источниками магнитодвижущей силы. Измеряемые напряжения  $U_2$  и  $U_4$  пропорциональны магнитным потокам, пронизывающим рабочие зазоры соответствующих магнитных головок  $M^{(1)}$  и  $M^{(2)}$ . Точно так же напряжения  $U_1$  и  $U_3$  пропорциональны магнитным потокам, пронизывающим обмотки тех же головок. В режиме записи ток сигнала пропускается через эти обмотки.

На рис. 6 приведена экспериментальная кривая, показывающая зависимость пара-

метров, характеризующих переходные затухания (при записи  $U_1/U_4$ , при воспроизведении  $U_2/U_3$  — кривая 1) от положения об-

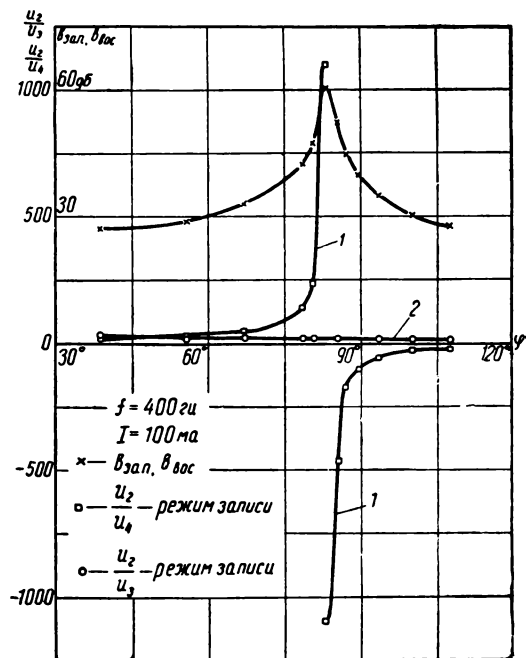


Рис. 6. Зависимость переходных затуханий от положения обмоток на сердечниках головок. Схема включения обмоток соответствует случаю 1а (§ 3). При измерениях используются обмотки  $w_1, w_4, w_3, w_6, \varphi_1^0 = \varphi_3^0$ . Длина заднего зазора  $l_3 = 270$  мк

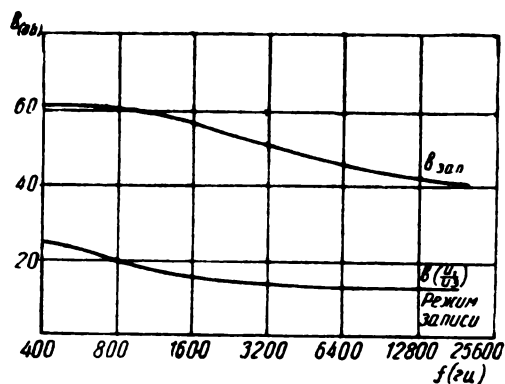


Рис. 7. Зависимость переходных затуханий от частоты сигнала

моток на сердечниках головок. На этом же рисунке для сравнения показано изменение отношения  $U_1/U_3$  (кривая 2), полученного в режиме записи, в зависимости от положения обмоток на сердечниках. Это последнее отношение часто используется для оценки переходного затухания между головками в блоке [3]. Из этого рисунка видно, что кривая 1 повторяет характер кривой (рис. 4), определенной при анализе эквивалентной схемы (рис. 3). При тщательной балансировке магнитного моста, образованного элементами блока головок, переходные затухания превышают 60 дБ. Точно такая же зависимость переходного затухания от положения обмоток получается экспериментально и для блоков с симметричным расположением обмоток на каждом из полусердечников головок (случай 2, § 3), а также и для блоков с чередующимся расположением обмоток на головках.

Характер зависимости переходного затухания от положения обмоток сохраняется и на более высоких частотах, но максимальное значение переходного затухания с увеличением частоты уменьшается (рис 7), оставаясь значительно превышающим значения, измеренные в соответствии с методикой, описанной в [3].

Условия баланса магнитной цепи блока головок для случая 3 (§ 3) проверены для трех различных положений обмоток  $\omega_2$  и  $\omega_4$ , соединенных последовательно соответственно с обмотками  $\omega_1$  и  $\omega_5$  (рис. 8). Из кривых этого рисунка, как и из полученного ранее соотношения (10), следует, что любому положению витка на одном из полусердечников головки соответствует опти-

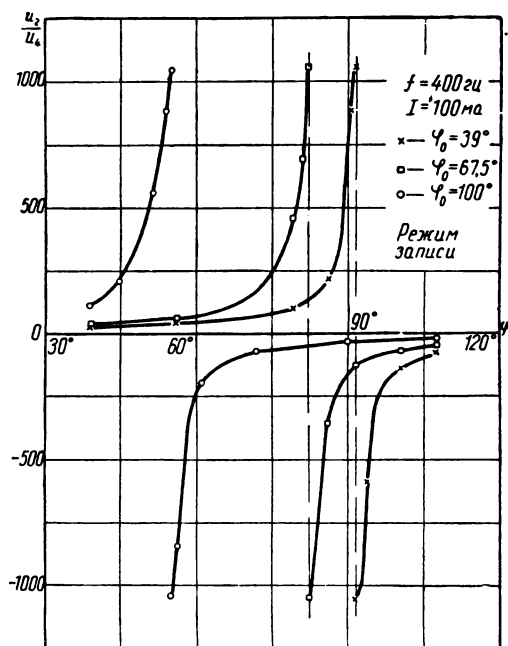


Рис. 8. Компенсация небалансированного магнитного потока в рабочем зазоре головки  $M^{(2)}$ , созданного витками катушки  $\omega_2$ , магнитным потоком, созданным витками катушки  $\omega_1$

мальное положение второго витка на другом полусердечнике этой же головки. Эти же кривые подтверждают и вывод (11).

Влияние активной нагрузки на величину переходного затухания показано на рис. 9. С увеличением нагрузки (с уменьшением сопротивления нагрузки) переходное затухание, измеренное для случая оптимально-

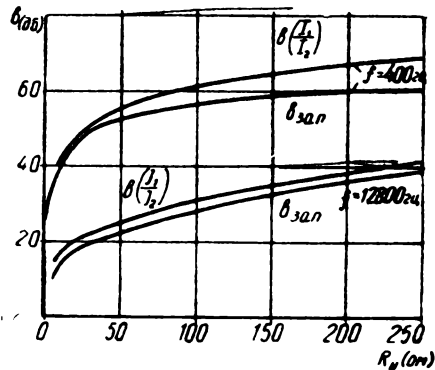


Рис. 9. Влияние активной нагрузки на величину переходных затуханий

го положения обмотки при разомкнутых обмотках, уменьшается, причем переходное затухание, измеренное по отношению токов, превышает фактическое переходное затухание. Такое отличие особенно велико при больших сопротивлениях нагрузок. Из рисунка видно, что с увеличением частоты влияние нагрузки увеличивается и переходное затухание уменьшается.

Для выяснения правильности данных выше определений переходных затуханий (1) и (2) были проведены измерения переходных затуханий на реальном двухканальном блоке головок со следующими параметрами: ширина дорожек 0,4 мм, расстояние между дорожками 0,7 мм, длина рабочего зазора равна длине заднего зазора 10 мк. Измерение переходных затуханий проводилось в режиме записи. Записывались импульсы длительностью 10 мксек. Регулировка переходных затуханий производилась введением магнитного шунта

между головками со стороны задних зазоров. Для воспроизведения записанных сигналов использовалась одиночная магнитная головка. При измерениях блок головок записи мог перемещаться поперек магнитной ленты, благодаря чему головка  $M^{(2)}$ , для которой определялось переходное затухание, могла устанавливаться на край ленты так, чтобы головка  $M^{(1)}$ , к обмотке которой подводился сигнал, не контактировала с магнитносителем и не производила бы на него запись.

Без балансировки магнитных цепей блока головок измеренные переходные затухания составляли 12—15 дБ. С помощью магнитного шунта удавалось сбалансировать магнитные цепи головок до такой степени, что сигнал, записываемый на дорожке головки  $M^{(2)}$ , становился незаметным на фоне шумов магнитносителя и усилителя, которые лежали на уровне  $-30 \div 36$  дБ от максимального значения записываемого на магнитноситель сигнала головкой  $M^{(1)}$ . При переконбалансировке магнитного моста происходило изменение фазы записанного на магнитноситель импульса (рис. 10), что находится в полном соответствии с полученными ранее результатами (происходит изменение направления магнитного потока, пронизывающего рабочий зазор головки  $M^{(2)}$ ).

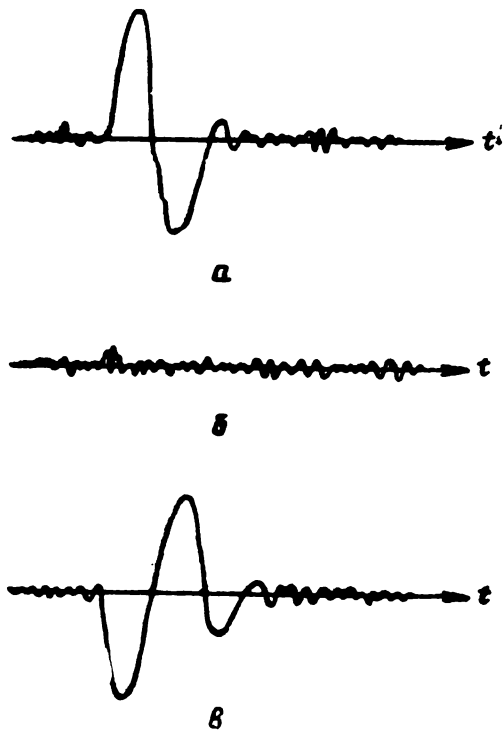


Рис. 10. Изменение формы воспроизводимого импульса, записанного на магнитноситель головкой  $M^{(2)}$ , расположенной рядом с возбужденной головкой  $M^{(1)}$ :

а — магнитная цепь блока не сбалансирована; б — магнитная цепь сбалансирована; в — магнитная цепь переконбалансирована

## Выводы

1. Данное выше определение переходных затуханий (1) и (2) между головками многоканального блока полностью соответствует действительной физической природе взаимовлияний между головками, что подтверждается результатами измерений на реальном блоке головок.

2. При измерении переходных затуханий достаточно их измерить только в одном из режимов — записи или воспроизведения.

3. Оценка величины переходных затуханий по отношению напряжений, развиваемых на обмотках головок при их включении, соответствующем режиму записи [3], не дает представления о действительной величине переходных затуханий между головками.

4. Оценка переходных затуханий по отношению токов, проходящих по обмоткам головок, принципиально возможна, хотя и дает значительно завышенные значения при больших сопротивлениях нагрузок.

5. Для правильной оценки переходных затуханий необходимо определить истинный выходной эффект головок (в режиме записи — величину поля в рабочих зазорах головок, в режиме воспроизведения — напряжения, развиваемые на обмотках головок).

6. Истинный выходной эффект может быть определен либо при поднесении проводникового зонда к рабочим зазорам головок, либо при использовании в качестве зонда магнитоносителя, что часто представляется удобным. В последнем случае для исключения влияния на получаемые результаты связи по магнитоносителю желательно запись производить по краю магнитоносителя, располагая блок таким образом, чтобы из пары исследуемых головок с носителем контактировала бы только одна. При оценке переходных затуханий по испытаниям блоков в режиме записи в головки необходимо подавать высокочастотное подмагничивание для устранения влияния на величину переходных затуханий нелинейности характеристики намагничивания магнитоносителя. С целью увеличения динамического диапазона в этом случае желательно воспроизводить сигнал одиночной головкой, ширина которой не намного отличается от ширины головок блока.

7. В процессе разработки конструкции блока головок переходные затухания могут оцениваться по отношению напряжений, развиваемых на специально изготовленных индикаторных обмотках, расположенных в плоскости рабочих зазоров.

Полученные выше соотношения позволяют дать некоторые рекомендации по конструированию многоканальных блоков головок с наибольшими значениями переходных затуханий:

1) наибольшие переходные затухания между головками, в которых имеются задние зазоры, могут быть получены в случае, когда магнитные цепи головок образуют магнитный мост, удовлетворяющий условию (4) и вытекающим из него частным случаям. Точная балансировка такого моста может быть достигнута либо сдвигом обмоток по сердечникам головок, что не всегда удобно, либо использованием регулируемых магнитных шунтов между головками. Такой способ балансировки возможно использовать как при разомкнутых обмотках, так и при обмотках, нагруженных на активные или комплексные сопротивления. Такой способ увеличения переходных затуханий может быть применен и в блоках с экранами между головками;

2) когда обмотки головок нагружены на высокоомные сопротивления, наиболее простым способом увеличения переходных затуханий является использование головок без задних зазоров — соотношение (3). В этом же случае возможно совместное выполнение условий (3) и (4), для чего магнитопроводы головок, выполненных без задних зазоров, замыкаются друг с другом со стороны обмоток, противоположной рабочим зазорам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Begun S. I., *Magnetic Recording*, Murray Hill Books, New-York, 1948.
2. Шаврин С. Ф., *Исследование элементов многоканальной записи при пространственном разделении фонограмм*. Дисс. М., 1952.
3. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института звукозаписи, вып. 4, М., 1958.

*Московский электротехнический институт связи*

# КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ ОБЪЕМ АТЕЛЬЕ ДЛЯ ЗАПИСИ МУЗЫКИ

534.862

В статье доказывается непригодность существующей формулы для определения объема ателье для записи музыки и рассчитывается объем ателье, необходимый для хорошего звучания музыки.

Среди звукооператоров, музыкантов-исполнителей и инженеров-акустиков существует твердое убеждение в том, что ателье для записи музыки на наших студиях малы по объему и поэтому музыка в них звучит недостаточно хорошо.

Основной исходной величиной для определения объема ателье служит количество исполнителей, а так как это количество твердо установлено, то очевидно, что расчетная формула, связывающая объем ателье с числом исполнителей, несовершенна. Отечественная литература по акустике и радиовещанию предлагает пользоваться следующей эмпирической формулой, связывающей число «приведенных оркестровых единиц» с объемом помещения:

$$n = \frac{V^{\frac{2}{3}} \lg V}{2}, \quad (1)$$

где  $n$  — число приведенных оркестровых единиц;  $V$  — объем помещения,  $m^3$ .

Практикой эксплуатации радиостудий установлено, что число приведенных оркестровых единиц  $K$ , приходящееся на один инструмент (на одного исполнителя), можно считать постоянным и характеристическим для данного типа ансамбля. Примерные величины числа  $K = \frac{n}{N}$  ( $N$  — число единиц ансамбля) для ансамбля разного характера даны в табл. 1.

Таблица 1

Значения  $K$  для различных ансамблей

Характер ансамбля	$K$
Симфонический . . . . .	4
Духовой . . . . .	5
Хоровой . . . . .	4
Народных инструментов . . .	2

Введя в формулу (1) величину  $K$ , получим

$$N = \frac{V^{\frac{2}{3}} \lg V}{2K}.$$

Для симфонического оркестра или хора формула примет следующий вид:

$$N = \frac{V^{\frac{2}{3}} \lg V^*}{8}.$$

Рассмотрим появление этой формулы и данные, положенные в ее основу. Для поддержания необходимого уровня громкости в помещениях разного объема необходима различная акустическая мощность. Если считать, что требуемая мощность источника звука прямо пропорциональна объему, то для поддержания необходимого уровня громкости в больших помещениях понадобились бы чрезмерно большие количества исполнителей. Например, как указывает В. Кнудсен [1], при уровне громкости 68 дб, обеспечивающем приемлемый субъективный эффект средней акустической мощности одного исполнителя 100 мквт и времени реверберации 1,0 сек, помещение объемом 30 000  $m^3$  потребовало бы 500 инструментов или певцов. Практика показывает, однако, что время реверберации бывает в подобных помещениях больше, а оркестры таких составов нежелательны и не существуют.

Поэтому был сделан некоторый компромисс, предложенный Ф. Р. Ватсоном еще в 1930 г. [2], согласно которому потребная

\* Необходимо предупредить читателя, что составители пособия «Расчетные графики и таблицы по электроакустике» [12] на стр. 480 допустили неточность, построив кривые для максимально допустимого числа приведенных оркестровых единиц  $n$  от

объема студии  $V$  ( $m^3$ ) по формулам  $n = 0,125V^{\frac{2}{3}} \lg V$  и  $V = 21n + 55$ , тогда как в этих формулах числовые коэффициенты соответствуют не приведенным оркестровым единицам  $n$ , а исполнителям ансамбля  $N$ . Поэтому объемы, определенные из этих кривых, получатся вчетверо завышенными.

мощность источника является пропорциональной не первой степени объема помещения, а степени  $2/3$ , т. е. приблизительно пропорциональна площади пола помещения. Для концертных залов формула, связывающая число исполнителей с поверхностью, была дана Петцольдом. На основе практического опыта коэффициент, входящий в формулу Петцольда, был изменен А. В. Рабиновичем, в результате чего и была получена вышеприведенная формула для заполнения больших студий.

А. Н. Качерович в 1952 г. внес в формулу коррективы и получил зависимость количества исполнителей от объема ателье, представленную кривыми на рис. 1 [3].

Коэффициент, введенный А. В. Рабиновичем в формулу для заполнения студии, был основан на минимально необходимой площади пола на одного исполнителя. Им было принято, что на одного исполнителя из состава симфонического оркестра должно приходиться  $3,5 \div 4,0 \text{ м}^2$  площади пола. Принятая величина площади пола на одного исполнителя, которая в конечном счете определяет объем ателье, была занижена. Покажем это. Для полноценного звучания музыки в ателье оркестранты должны занимать определенную часть пола ателье. Свободная от исполнителей часть ателье является ревербирующим пространством с более или менее равномерно распределенным поглощением на границах, чем обеспечивается требуемая степень диффузности звукового поля в зоне расположения микрофонов. Необходимая для расположения оркестрантов площадь пола определяется в пределах: не более половины площади пола ателье (В. В. Фурдуй [4])

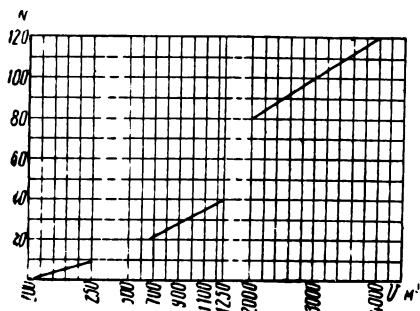


Рис. 1. Кривые, рекомендуемые в [3] для выбора объема ателье в зависимости от количества исполнителей

до одной трети (А. Н. Качерович [3]). Существует также выработанное практикой размещение ансамбля, при котором занимаемая оркестрантом площадь составляет примерно  $1,8 \div 2,0 \text{ м}^2$ . Беря среднее из данных различных авторов, получаем, что минимальная необходимая площадь пола ателье на одного исполнителя составляет

$$s = \frac{1,8}{0,4} = 4,5 \text{ м}^2.$$

Тогда, например, площадь пола, требующаяся для 100 исполнителей, будет

$$S_n \equiv Ns = 100 \cdot 4,5 = 450 \text{ м}^2.$$

Далее имеем:

$$V^{\frac{2}{3}} = \frac{S_n}{1,62} = \frac{450}{1,62} = 278;$$

$$\lg V = \frac{3}{2} \lg 278 = 3,67;$$

$$V = 4780 \text{ м}^3.$$

Коэффициент  $K$  (знаменатель расчетной формулы):

$$K = \frac{V^{\frac{2}{3}} \lg V}{N} = \frac{278 \cdot 3,67}{100} = 10,2.$$

В табл. 2 приведены значения  $K$ , вычисленные подобным образом, и объемы ателье, определенные при разных значениях  $K$ .

Таблица 2  
Зависимость коэффициента  $K$  от числа исполнителей и значения объемов ателье при различных  $K$

Число исполнителей	60	80	100	120	140
Значения коэффициента $K$	9,15	9,80	10,2	10,5	10,8
Объем ателье при вычисленном значении $K$ , $\text{м}^3$	1950	3380	4780	6040	7770
Объем ателье при значении $K = 8$ , $\text{м}^3$	1780	2700	3580	4370	5400
Объем ателье по кривым Качеровича, $\text{м}^3$	1620	2000	3000	4000	—

Рассматривая табл. 2, можно сделать следующие выводы:

1) знаменатель расчетной формулы не является постоянным, он растет с увеличением числа исполнителей;

2) для расчета допустимого заполнения большого ателье при количестве исполнителей от 60 до 120 человек расчетная формула принимает вид

$$N = \frac{V^{\frac{2}{3}} \lg V}{10}; \quad (2)$$

3) объемы звуковых ателье и радиостудий, определенные по существующей расчетной формуле, получаются меньше, чем требуется для полноценного звучания музыки. Особенно большое уменьшение допускается при использовании кривых, рекомендуемых А. Н. Качеровичем.

Более точным и простым выражением зависимости объема тонателье от числа исполнителей (при числе последних 60—120) является формула

$$N = \frac{S_p}{s} = \frac{1,62 \cdot V^{\frac{2}{3}}}{4,5}. \quad (3)$$

### Оптимальный объем звукового ателье для записи музыки

Установленная количественная зависимость не является еще достаточной и полной. Необходимо оценить объем звукового ателье с точки зрения допустимых уровней громкости. Связь между уровнем громкости  $L$ , объемом помещения  $V$ , мощностью источника звука  $P$  и временем реверберации  $T$  для помещения, где сильно преобладает диффузное звуковое поле (это условие хорошего акустического качества музыкальной студии), дана И. Г. Дрейзеном [5] в следующем виде:

$$P(\text{вт}) = 0,4 \frac{V(\text{см}^3)}{T} \cdot 10^{\frac{L-190}{10}}. \quad (4)$$

(Нулевому уровню  $L$  соответствует эффективное звуковое давление  $P_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ бар}$ .)

Выражение для уровня громкости будет следующим:

$$L = 10 \left( \lg P(\text{вт}) - \lg 0,4 \frac{V(\text{см}^3)}{T} \right) + 190.$$

На рис. 2 показана зависимость уровня громкости от числа исполнителей для ателье различных объемов, определенная по полученному выражению. В качестве практически используемого для записи му-

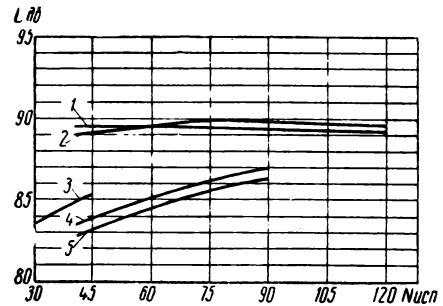


Рис. 2. Зависимость уровня громкости от числа исполнителей для ателье различных объемов:

1 — ателье, объемы которых определены по формуле; 2 — ателье, объемы которых определены по кривым в [3]; 3 — радиовещательная студия в Кайзерлаутерне (ФРГ) объемом 4000 м<sup>3</sup>, рассчитанная на максимальное число исполнителей 45; 4 — ателье с объемом, практически используемым для звукозаписи (5500 м<sup>3</sup>); 5 — ателье с объемом, который определен в настоящей статье (6500 м<sup>3</sup>)

зыки объема принят объем 5500 м<sup>3</sup>, определенный как среднее из объемов трех помещений, которые считаются удовлетворительными для записи оркестра. Помещения эти следующие:

а) студия А Дома звукозаписи в Москве —  $V = 4600 \text{ м}^3$ ;

б) главная студия (бывший радиотеатр) Радиодома в Ленинграде —  $V = 4700 \text{ м}^3$ ;

в) концертный зал Академической капеллы в Ленинграде —  $V = 7000 \text{ м}^3$ .

Последний зал рассматривается в связи с тем, что студия «Ленфильм» производит большинство записей оркестра именно в этом зале, причем и звукооператоры и дирижеры считают, что концертный зал Академической капеллы очень хорош для музыкальных записей.

В основу расчетной мощности положена средняя мощность симфонического оркестра из 75 исполнителей, составляющая, по исследованиям Сивиана, Данна и Уайта (1931 г.), 0,08 вт: С. Я. Лифшиц, определивший среднюю мощность музыкального и вокального солиста, рекомендует пользоваться для оркестра указанными исследованиями, данные о которых он приводит в «Курсе архитектурной акустики» [6]. Результаты исследований Сивиана и других в области пиковых значений мощности оркестра в 75 инструментов, полностью сходятся с данными, приводимыми А. Девисом [7]. Время реверберации для помещений, по которым отсутствуют фактические

данные, принято оптимально рекомендуемое. Для сравнения на графике (рис. 2) приведена кривая уровня громкости для недавно выстроенной радиовещательной студии Юго-Западного радио в ФРГ [8].

Из кривых на рис. 2 видно, что наиболее высокий средний уровень громкости — 90 дБ будет в ателье, объемы которых определены по кривым, рекомендуемым А. Н. Качеровичем, и формуле (1).

Можно ли считать средний уровень 90 дБ оптимальным для концертного зала, радиостудии или звукового ателье?

Обзор литературных рекомендаций и практический опыт дают основание утверждать, что это чрезмерно высокий средний уровень громкости, он превышает допустимый по крайней мере на 5 дБ.

В табл. 3 приведены основные данные о рекомендуемых уровнях громкости.

Таблица 3  
Рекомендуемые уровни громкости

Средний уровень громкости для музыки или оркестра, дБ	Пиковый уровень громкости для музыки или оркестра, дБ	Источник, из которого приведены данные
68 (прямое звучание в небольшом помещении) 74 (воспроизведение)	—	Кнудсен В. О., Архитектурная акустика, 1936, стр. 363
75 (воспроизведение)	95 (прямое звучание)	Рабинович А. В. и Сухаревский Ю. М., Радиовещательные студии и микрофоны, 1939, стр. 147 Дрейзен И. Г., Курс электроакустики, ч. 2, стр. 289, ч. 2, стр. 157, 1938—1940
—	98 (прямое звучание)	Симонов И. Д., Динамические диапазоны солистов и ансамблей, Проблемы физиологической акустики, т. 2, 1950
80 (воспроизведение) 80 (прямое звучание)	100 (воспроизведение) 100 (прямое звучание)	НИКФИ, лаборатория звуковоспроизведения Иоффе В. К. и Ямпольский А. А., Расчетные графики и таблицы по электроакустике, 1954, стр. 163 Ингерслев Ф., Акустика в современной строительной практике, 1957, стр. 100
80 (прямое звучание)	110 (прямое звучание)	

Большинство авторов считает, что средний уровень громкости не должен быть выше 80 дБ. Примем за допустимое значение уровня громкости для звукового ателье величину даже несколько большую — 85 дБ.

Необходимый объем ателье для 75 исполнителей определится из выражения (4) после соответствующего его преобразования:

$$\lg V (\text{см}^3) = \frac{190 + 10 \lg P (\text{вт}) - L}{10} + \lg T + \lg 0,4,$$

Подставляем

$$P = 0,08 \text{ вт}; L = 85 \text{ дБ}; T = 1,15 \text{ сек.}$$

$$\lg V = \frac{190 + 10 \lg 0,08 - 85}{10} + \lg 1,15 + \lg 0,4 = 9,81;$$

$$V = 6,45 \cdot 10^9 \text{ см}^3 = 6450 \text{ м}^3.$$

Определенный таким путем объем звукового ателье 6500 м<sup>3</sup> втрое превышает объем, получаемый по существующей расчетной формуле. Однако на основании приведенных выше выкладок надо считать, что полученный объем является минимальным для записи оркестра в составе 75 исполнителей.

#### Последствия недостаточного объема

Для объяснения такого существенного изменения требований к объему рассмотрим, как отражается на качестве исполнения чрезмерное заполнение ателье или студии, которое приводит к значительному повышению среднего уровня громкости.

Опасность повышения среднего уровня громкости, т. е. акустической перегрузки помещения, заключается прежде всего в физиологическом эффекте, испытываемом самими исполнителями. Необычайная громкость звучания лишает исполнителей и дирижера чувства пропорции, благодаря которому они соизмеряют свое исполнение со звучанием ансамбля как целого.

Крайне неблагоприятное влияние оказывает то обстоятельство, что слишком громкое звучание кажется более низким по тональности. Так, в лаборатории физиологии органов чувств Физиологического института имени академика И. П. Павлова АН СССР Арапова, Клаас и Князева [9] исследовали изменения слуховой чувствительности при



действию звуковых раздражений различной интенсивности. В результате опытов было установлено, что при воздействии звукового раздражения на уровне 90 дб при частоте 1000 гц максимальное понижение чувствительности наблюдается не на воздействующей частоте, а на частоте более высокой по сравнению с раздражающей. Изменения охватывают широкую зону частот, кривая асимметрична, сдвинута в сторону высоких частот. Понижение чувствительности достигало в отдельных случаях 30 дб от исходного уровня. Исследования показали, что изменение чувствительности увеличивается с ростом интенсивности раздражающего звука, а уровень громкости 90 дб определен термином «звуковое раздражение». Насколько широка зона частот, где наблюдается понижение чувствительности, видно из кривых на рис. 3.

Понижение чувствительности после звуковых раздражений большой интенсивности характеризуется следующими признаками. Как видно из графика, при интенсивности раздражения 80 дб зона понижения чувствительности чрезвычайно широка и максимальное изменение чувствительности наблюдалось у испытуемой на  $f = 3000$  гц и превышало 20 дб. Понижение чувствительности происходит на частоте более высокой, чем раздражающая, оно стойко и сохраняется в течение более или менее длительного промежутка времени. Наконец, чрезмерная громкость имеет своим результатом возникновение субъективных нелинейных искажений в слуховом аппарате,

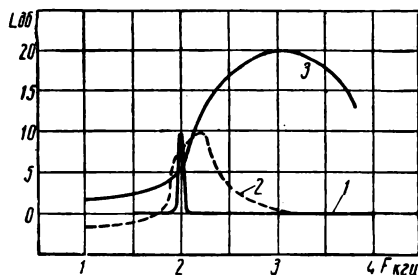


Рис. 3. Изменение порогов слухового ощущения в первую секунду после прекращения действия звука частотой 2000 гц разных интенсивностей у одной из испытуемых: абсцисса — частоты, при которых измерялись пороги; ордината — повышение порогов в децибелах по сравнению с уровнем до раздражения. 1 — раздражающий звук —10 дб; 2 — раздражающий звук —40 дб; 3 — раздражающий звук —80 дб

что также мешает работе дирижера и исполнителя.

Есть и еще причина того, что запись в перегруженном ателье отличается по качеству от записи в ателье с согласованными размерами. В ателье малых размеров, при небольших расстояниях от исполнителей до микрофона, последний попадает в зону, где преобладает прямой звук, который в значительной степени зависит от положения того или иного источника. Между тем в большом ателье, когда весь ансамбль удален от микрофона на достаточное расстояние, соизмеримое со средней длиной пути свободного пробега волны (для помещения прямоугольной формы  $l_{\text{ср}} = \frac{4V}{S}$ ), микрофон находится в зоне преобладания диффузного поля от действия всех источников. Это обстоятельство благоприятно в том отношении, что отдельные, наиболее близкие к микрофону инструменты или группы не выделяются на общем фоне исполнения и не нарушают тем самым общей гармонии.

Интересные данные в отношении требуемого объема дают акустические измерения, проведенные в ателье для перезаписи звука и записи музыкальных программ новой Пекинской киностудии [10]. Результаты измерений показали, что достаточно высокая степень диффузности (78—85%) достигается на расстоянии 15 м между источником звука и микрофоном при применении в качестве ненаправленного источника комбинированного источника, состоящего из 17 электродинамических громкоговорителей, заключенных в ящик сферической формы. Можно подсчитать минимальную длину ателье объемом 6500 м<sup>3</sup>, обеспечивающую указанную степень диффузности для оркестра из 75 исполнителей.

Ателье объемом 6500 м<sup>3</sup>, построенное с соблюдением пропорции «золотого сечения», будет иметь следующие размеры:

$$b = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{6500} = 18,7 \text{ м};$$

$$l = 1,62b = 30,2 \text{ м};$$

$$h = 0,62b = 11,5 \text{ м}.$$

Учитывая, что каждый оркестрант занимает в среднем площадь, равную 2,0 м<sup>2</sup>, а также то, что оркестранты располагают-

ся на некотором расстоянии от стены (например, на расстоянии 1 м), определяем, что оркестр займет следующую часть длины зала:

$$\frac{S}{b-2} + 1 = \frac{2.75}{18.7-2} + 1 = 10 \text{ м.}$$

Расстояние между микрофоном и задней стеной ателье (из схемы расположения источников и приемников звука при акустических измерениях в ателье Пекинской киностудии) равняется 5 м. Общая длина ателье  $l$  составит  $10 + 15 + 5 = 30$  м, что полностью соответствует длине ателье объемом  $6500 \text{ м}^3$ , определенной из условия «золотого сечения».

Таким образом, измерения диффузности звукового поля в закрытом помещении также показывают, что существующая формула инженерного расчета объема ателье непригодна.

И это вполне логично. Формулы заполнения студий и ателье были определены эмпирически в 40-х гг., когда существовала только одна «реверберационная» оценка акустических свойств помещения. Последующий опыт и научные исследования показали, что при акустическом проектировании театров, лекционных залов, звуковых ателье, радиовещательных студий недостаточно ориентироваться только на время оптимальной реверберации как на единственный критерий акустического качества помещений. Было установлено, что акустическое качество помещения должно определяться и новой характеристической величиной, связанной со степенью диффузности поля и картиной отражения звукового импульса. И естественно, что пора пересмотреть существующую расчетную формулу заполнения ателье.

При установлении формулы, связывающей объем помещения с числом исполнителей, исходили и из того, что экономически выгоднее до предела уменьшить величину радиостудии, так как слушатели находятся вне студии, а строительство и эксплуатация большого помещения обходятся дороже, нежели меньшего; однако при этом забыли об исполнителях, в результате чего последние были поставлены в худшие условия; это привело к неудовлетворительному звучанию музыки. Радиовещание не могло критически оценить существующий метод расчета студий, так как большие музыкальные ансамбли, как правило, передавались и записыва-

лись в «радиотеатрах», площади которых составляют от 400 до  $1000 \text{ м}^2$  и по объему соответствуют оптимальным значениям. Радиотеатры в радиовещании явились своеобразным скрытым видом больших радиостудий. Как правило, уже в течение двух десятилетий радиотеатры используются только как закрытые студии.

В подтверждение правильности изложенного взгляда на выбор объема большого звукового ателье уместно привести мнения известных акустиков о необходимых объемах музыкальных помещений.

Так, О. Кнудсен указывает, что если зал для декламации должен иметь объем от 510 до  $2800 \text{ м}^3$ , то концертный зал — от 5100 до  $28000 \text{ м}^3$  [1]. Ф. Ватсон, описывая зал музыкальной школы объемом  $3960 \text{ м}^3$ , указывает, что «благодаря малым размерам помещения в нем хорошо звучат сольные, вокальные и инструментальные выступления и камерная музыка, но для большого оркестра зал не годится» [2].

С. Лифшиц так характеризует лучшие концертные залы Москвы. Малый зал Консерватории объемом  $2250 \text{ м}^3$  «хорош для камерной музыки, оркестр не выступает». Большой зал Дома ученых объемом  $3500 \text{ м}^3$  «предназначен главным образом для камерной музыки», «В случае большого оркестра в зале отмечается перегрузка». Колонный зал Дома союзов объемом  $12500 \text{ м}^3$  — «зал в заполненном виде является акустически совершенным. В нем одинаково хорошо звучат голос оратора, певца, игра на рояле, оркестр...» [6].

Д. Ебер и А. Страуб в статье о вновь построенной радиостудии в Кайзерлаутерне (ФРГ) пишут, что, как показывает опыт, объем бывшей радиостудии —  $2300 \text{ м}^3$  — для оркестра в составе 45 человек и с учетом современных методов записи был неудовлетворителен. Была поставлена задача сделать объем студии удовлетворительным для большого оркестра в 45 исполнителей. Авторы и далее подчеркивают, что в новом помещении студии объемом  $4000 \text{ м}^3$  нормально должны выступать ансамбли в составе не более 40—45 исполнителей, а игра 60 музыкантов уже вызывает перегрузку студии и приводит к неудовлетворительному звучанию [8].

Ф. Ингерслев на основе усредненных данных, полученных для целого ряда заведомо хороших концертных залов, установил оптимальное соотношение между количеством

музыкальных исполнителей и кубатурой концертного зала. Это соотношение представлено линией прямой пропорциональности между числом исполнителей и кубатурой помещения (рис. 4). Ф. Ингерслев далее пишет (приводим дословно): «Что касается радиостудий, то количество исполнителей в ансамблях, передаваемых по радио, обыкновенно значительно превосходит те значения, которые получают из графика. Можно, однако, подвергнуть сомнению рекомендации (которые иногда встречаются в книгах по акустике), позволяющие увеличить вдвое и даже втрое количество исполнителей в радиостудиях по сравнению с нормами, существующими для концертных залов той же кубатуры» [11].

Укажем, что существующая расчетная формула для заполнения тонателье и радиостудий дает увеличение количества исполнителей по сравнению с нормами для концертных залов, установленными Ф. Ингерслевом, в 5—5,5 раза.

Современная практика подтверждает сделанные выводы о необходимости резкого увеличения объемов помещений для записи музыки. В практике зарубежного вещания наибольшие размеры имеют концертные студии, предназначенные для передачи или записи симфонической музыки в исполнении большого оркестра (в отдельных случаях с хором). Такие студии часто используются и как открытые концертные залы, так как они оборудованы значительным числом мест для публики. Например, большая концертная студия радиодома в Копенгагене имеет партер и два балкона на 1200 человек; такую же вместимость имеет студия во Франкфурте-на-Майне. Студийный комплекс Берлинского радиодома (ГДР) включает в себя большую концертную студию объемом 12 000 м<sup>3</sup>.

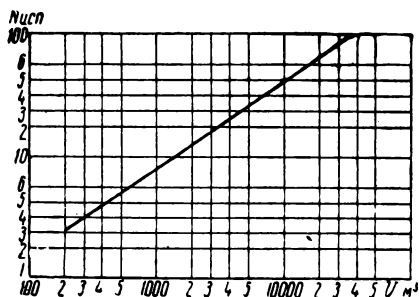


Рис. 4. Зависимость объема концертного зала от числа исполнителей по Ф. Ингерслеvu

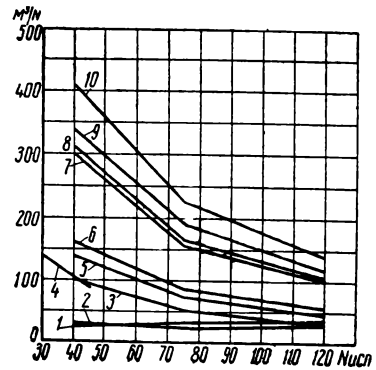


Рис. 5. Удельные объемы, приходящиеся на одного исполнителя, для различных ателье, студий и залов в зависимости от числа исполнителей:

1 — ателье, рассчитанное по графикам [3]; 2 — ателье, рассчитанное по формуле (1); 3 — ателье, строящееся на студии «Ленфильм» ( $V = 3960 \text{ м}^3$ ); 4 — радиостудия в Кайзерлаутерне ( $N = 45$  человек,  $V = 4000 \text{ м}^3$ ); 5 — ателье с практически используемым объемом ( $V = 5500 \text{ м}^3$ ); 6 — ателье рекомендуемого объема ( $V = 6500 \text{ м}^3$ ); 7 — большая концертная студия Берлинского радиодома в ГДР ( $V = 12\,000 \text{ м}^3$ ); 8 — Колонный зал Дома союзов в Москве ( $V = 12\,000 \text{ м}^3$ ); 9 — ГАБТ СССР ( $V = 13\,800 \text{ м}^3$ ); 10 — Большой зал Консерватории в Москве ( $V = 17\,000 \text{ м}^3$ )

Из отечественной практики надо указать на звуковое ателье «Ленфильма». В 1956 г. в связи с реконструкцией студии было запроектировано на стадии технического проекта ателье на 80 исполнителей объемом 1920 м<sup>3</sup>. Впоследствии этот объем был признан совершенно недостаточным, и в настоящее время строительство ателье осуществляется по рабочим чертежам, переработанным на объем 4000 м<sup>3</sup>. Однако и этот объем оценивается как еще недостаточный.

В заключение покажем графически удельные объемы, приходящиеся на одного исполнителя в различных ателье, студиях и концертных залах. Из кривых на рис. 5 видно, что удельные объемы в ателье, кубатура которого была определена выше (6450 м<sup>3</sup>), при практически используемых составах оркестров для записи музыки к кинофильмам (58—70 человек) будут порядка 100÷125 м<sup>3</sup>, что соответствует таким же значениям в больших студиях и заведомо хороших концертных залах при числе исполнителей около 120.

Удельные объемы на одного исполнителя в ателье, рассчитанные по существующей формуле, крайне недостаточны (27 м<sup>3</sup> при 75 исполнителях).

### Выводы

1. В существующую расчетную формулу, связывающую число исполнителей с объемом звукового ателье или радиостудии, необходимо внести предлагаемые коррективы.

2. Чтобы определить объем звукового киноателье, вообще обязательно иметь формулу или график для любого количества исполнителей, так как предельный состав оркестра для озвучивания фильма является достаточно стабильным, а меньшие составы с успехом записываются в большом ателье. Поэтому звуковое ателье по объему и другим показателям должно быть типовым. В качестве минимального объема можно принять рассчитанный выше внутренний объем — 6500 м<sup>3</sup>.

Окончательный объем ателье определяется с учетом использования его также для перезаписи стереофонических фонограмм, что требует особого рассмотрения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кнудсен В. О., Архитектурная акустика, ОНТИ—НКТП, 1936.

2. Ватсон Ф. Р., Архитектурная акустика, 1948.
3. Качерович А. Н., Акустическое проектирование киностудий и кинотеатров, Госкиноиздат, 1952.
4. Фурдуйев В. В., Акустические основы вещания, Связьиздат, 1960.
5. Дрейзен И. Г., Курс электроакустики, Связьрадиоиздат, 1938.
6. Лифшиц С. Я., Курс архитектурной акустики, 1937.
7. Девис А., Современная акустика, ГОНТИ, 1938.
8. Eber D., Straub A., Архитектурное оформление новой студии Юго-западного радио в Кайзерлаутерне, Rundfunktechnische Mitteilungen, 3, 1958, S. 149—153.
9. Арапова А. А., Клаас Ю. А. и Князева А. А., Анализ изменений слуховой чувствительности при действии звуковых раздражений различной интенсивности, Проблемы физиологической акустики, т. 2, Изд-во АН СССР, 1950.
10. Качерович А. Н., Акустика новой Пекинской киностудии, Техника кино и телевидения, 1960, № 7.
11. Ингерслев Ф., Акустика в современной строительной практике, 1957, стр. 96.
12. Иоффе В. К. и Ямпольский А. А., Расчетные графики и таблицы по электроакустике, Госэнергоиздат, 1954.

*Киностудия «Казахфильм»*

*От редакции.* Статья печатается в порядке обсуждения. Приглашаем специалистов выступить по данной теме.

## НА КИНОСТУДИЯХ

### Передвижная рирпроекционная установка

Рирпроекция широко применяется в кинопроизводстве как метод съемки, позволяющий сочетать в одном кадре действие актера с любым, заранее снятым фоном. Для этой цели в основном используются импортные стационарные рирпроекционные установки, требующие изолированной проекционной камеры и квалифицированного обслуживания. Применение таких установок оправдано, когда нужно использовать риффон больших размеров. В тех же многочисленных случаях, когда риффон составляет незначительную часть кадра (окно вагона, кабина самолета, экран телевизора и др.), целесообразно пользоваться передвижной (переносной) рирпроекционной установкой, которую можно изготовить на базе кинопередвижки КН-11, К-303 или подобной. При этом не требуется никаких других дополнительных устройств и механизмов.

Одно из обязательных условий съемки методом рирпроекции — синхронная и синфазная работа проектора и съемочной камеры. Если это условие не соблюдается, то наблюдается мигание или полное исчезновение фона в комбинированном кадре. В стационарных рирпроекционных установках синфазность обеспечивается применением на проекторе и съемочной камере специальных электродвигателей и устройств для их пуска.

Установлено, что при соответствующих конструкциях obtюратора проектора и съемочной камеры и при синхронном их вращении количество прошедшего через эту систему света не зависит от взаимного расположения (фаз) obtюраторов.

Это означает, что при использовании для привода камеры и проектора синхронных двигателей и питания их от одной сети переменного тока каждый из этих агрегатов может включаться независимо, без ущерба для равномерности оптической плотности фона в комбинированном кадре.

Необходимо соблюдать лишь два условия:

1) obtюратор проектора должен быть двухлопастный с симметрично расположенными лопастями;

2) рабочий угол obtюратора съемочного аппарата должен быть равен  $180^\circ$ .

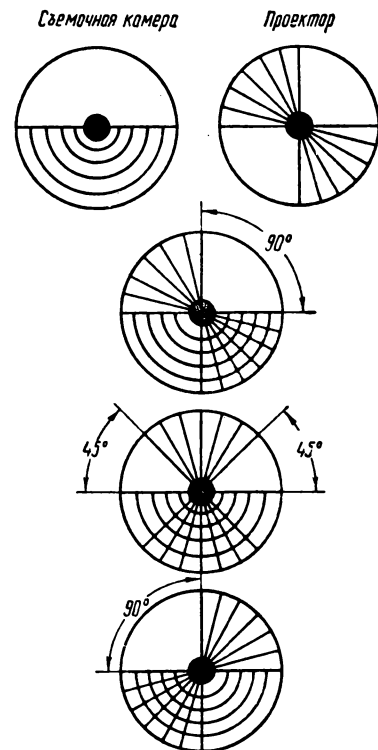


Рис. 1

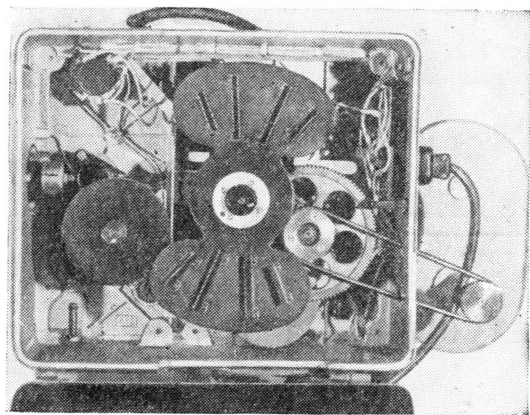


Рис. 2

В этом (и только в этом) случае соблюдается вышеуказанное равенство. Это положение наглядно иллюстрируется рис. 1, из которого видно, что при любом взаимном положении obtюраторов «просвет» между ними остается постоянным. Кинопередвижки КН-11, К-303 и другие подобные им снабжены именно такими obtюраторами (рис. 2). Большинство же съемочных аппаратов имеет obtюраторы с рабочим углом, близким к  $180^\circ$  (практические испытания показали, что отличие в угле раскрытия obtюратора на  $5-10^\circ$  не сказывается заметно на результатах).

Подобное решение вопроса имеет те преимущества, что для осуществления рирпроекции не требуется почти никаких затрат, так как кинопредвижки есть на всех киностудиях. Подобным способом рирпро-

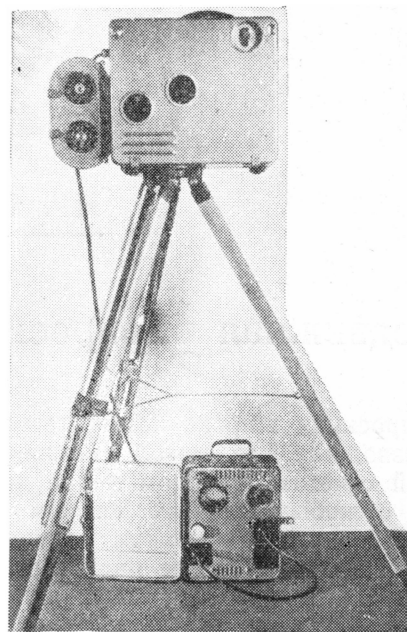


Рис. 3

екцию можно осуществить в любом павильоне и в тех декорациях, конфигурация и габариты которых не позволяют использовать стационарную установку.

При использовании передвижной рирпроекционной установки необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. В связи с тем что проектор, находящийся вблизи съемочной камеры, производит значительный шум, им можно пользоваться лишь для съемок с последующим

#### Размеры картинной плоскости

(при проекции кадра размером  $16 \times 22$  мм)

Фокусное расстояние объектива, мм	Расстояние до экрана, м						
	0,75	1,0	1,5	3	5	7,5	10
90	0,13×0,18	0,18×0,24	0,27×0,37	0,53×0,73	0,89×1,22	1,33×1,83	1,78×2,44
120	—	—	—	0,4×0,55	0,67×0,92		

В качестве материала для просветного экрана может быть использован арказоль или винипроз одностороннего матирования, изготавливаемые Охтенским химическим комбинатом в Ленинграде.

озвучиванием. Студия «Ленфильм» принимает меры к обесшумливанию передвижки, чтобы ее можно было использовать при синхронных съемках. Для этого разработана кассета с бесшумным приводом (на рис. 3 она показана на проекторе передвижки) и создается общий бокс.

2. В кинопередвижках для прерывистого продвижения пленки применяется механизм с мальтийским крестом, что не обеспечивает строгого «стояния» кадра. Поэтому передвижка не может быть использована для статических фонов, в которых особенно заметно «дрожание» фона.

3. Источником света в проекторе КН-11 служит лампа К-22 30 в, 400 вт, дающая при работающем обтюраторе световой поток, равный 250—300 лм, что ограничивает

размер экрана величиной  $1,0 \times 1,5$  м. При использовании особо высокочувствительных пленок этот размер может быть увеличен еще на 50%.

Для удобства пользования приводим таблицу, в которой показана связь размеров изображения с фокусным расстоянием объектива и расстоянием до экрана.

Практические испытания вышеописанной установки, проведенные по кинокартинам «Когда разведят мосты» и «Из Нью-Йорка в Ясную поляну», дали хорошие результаты.

В работе принимали участие оператор В. П. Дудов, инженер Л. Г. Гольштейн, оператор М. С. Магид и автор.

**Я. Л. ЛЕЙБОВ**  
Киностудия «Ленфильм»

## НА ТЕЛЕЦЕНТРАХ

### **Новая система беспроводной режиссерской связи телецентра**

Рассмотрена система беспроводной режиссерской связи, которая, в отличие от известных и применяемых систем, принципиально исключает как возможность создания помех телепередаче, так и подверженность самой системы воздействию посторонних помех.

#### **Введение**

Проводные системы режиссерской связи в аппаратно-студийных комплексах телецентров из-за присущих им недостатков все больше вытесняются беспроводными системами.

Известные в настоящее время беспроводные системы связи могут быть подразделены на две группы: 1) системы, в которых передача и прием осуществляются путем

непосредственного излучения электромагнитных колебаний низкой звуковой частоты и воздействия этого электромагнитного поля на антенну приемника; 2) системы, работающие на несущих частотах порядка 60—100 и более килогерц, в которых осуществляется амплитудная модуляция сигнала несущей частоты звуковыми сигналами.

Создаваемое системами первой группы низкочастотное электромагнитное поле

воздействует на микрофонные цепи, что может привести к появлению помех в звуковом тракте, а использование систем второй группы — к появлению помех в видеотракте. Причем в системах режиссерской связи, использующих несущую частоту, синхронизированную с частотой строк телевизионного раstra (система, применяемая на Одесском телецентре) или даже равную ей (система, применяемая на Симферопольском телецентре), помехи в видеотракте не исключены, а только уменьшены, так как создаваемые ими на изображении посторонние линии неподвижны. Таким образом, ни одна из существующих систем беспроводной режиссерской связи принципиально не обеспечивает исключения возможности возникновения помех телепередаче.

Система беспроводной режиссерской связи, принципиально исключающая возможность возникновения помех телепередаче, разработана на Уфимском телецентре. В основу работы этой системы положен принцип кратковременного периодического излучения амплитудно-модулированных частотозаполненных импульсов в промежутки времени, которые соответствуют обратному ходу строчной развертки телевизионного раstra.

### Принцип действия системы

Блок-схема одного из вариантов выполнения системы режиссерской связи приведена на рис. 1. В усилителе 2 благодаря манипуляции строчными синхронизиру-

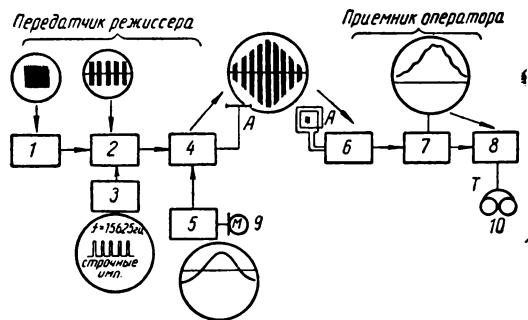


Рис. 1. Блок-схема системы режиссерской связи:

1 — задающий генератор; 2 — усилитель несущей частоты; 3 — каскады усиления и ограничения строчных синхронимпульсов; 4 — усилитель мощности; 5 — микрофонный усилитель; 6 — каскад УВЧ; 7 — детектор с фильтром; 8 — каскад УНЧ; 9 — микрофон; 10 — головные телефоны

щими или гасящими импульсами создаются частотозаполненные импульсы, амплитуда которых в усилителе мощности 4 модулируется звуковыми сигналами, поступающими с микрофонного усилителя 5.

Импульсный режим работы передатчика позволяет кратковременно излучать значительную мощность, создавая большую напряженность поля без каких-либо помех для видео- и звукового трактов. При этом обеспечивается возможность применения малочувствительных простейших приемных устройств, что обуславливает к тому же высокую помехоустойчивость системы связи.

В приемнике АМ в ч. сигнал детектируется пиковым детектором, постоянная времени которого выбрана таким образом, чтобы восстановить из проходящих импульсных частотозаполненных посылок составляющие первичного модулирующего сигнала.

Учет некоторых реальных факторов позволяет, как будет показано ниже, вести прием частотозаполненных импульсных АМ сигналов стандартными приемными устройствами.

Допустив, что каждая частотозаполненная импульсная посылка не может содержать меньше одного периода колебаний несущей частоты, а также учитывая значения длительностей строчных гасящих (10 ÷ 11 мксек) и синхронизирующих (5 мксек) импульсов, получим следующие минимальные значения частоты заполнения (несущей частоты передатчика):

$$f_{1 \min} = \frac{1}{10^{-5} \text{ сек}} = 100 \text{ кгц};$$

$$f_{2 \min} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-6} \text{ сек}} = 200 \text{ кгц}.$$

Верхний предел частоты заполнения импульсных посылок (несущей частоты) передатчика принципиально не ограничен и может выбираться, исходя из следующих условий: эффективного и равномерного облучения помещения студии с помощью стандартных радиоприемных средств; обеспечения хорошей формы частотозаполненных посылок.

Частота заполнения импульсных посылок



на Уфимском телецентре была выбрана равной 550 кгц.

Соотношение длительностей строчных гасящих и синхронизирующих импульсов и их взаимная ориентация во времени способствуют тому, что при использовании строчных синхросигналов для манипуляции передатчика создается защитная зона, благодаря чему исключается возможность проникновения остаточных колебаний частотно-заполненных импульсов во временной интервал, занимаемый передаваемым видеосигналом.

### Аппаратура системы связи

Принципиальная схема передатчика приведена на рис. 2. Сигнал с выхода микрофонного трансформатора подается на амплитудный модулятор, который собран на лампах  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$ . Атенуация уровня модулирующего сигнала осуществляется в сеточной цепи второго каскада потенциометром  $R_6$ . Такая схема регулировки уровня, исключая скользящий контакт аттенюатора из входной микрофонной цепи модулятора, снижает чувствительность усилителя к микроискрению контактов и другого рода помехам. Конечный каскад модулятора, выполненный на лучевом тетраде  $L_3$ ,

осуществляет анодно-экранную модуляцию выходной ступени передатчика, собранной также на лучевом тетраде  $L_4$ .

В анодную цепь лампы  $L_3$  включен модуляционный дроссель-трансформатор МТ, со вторичной обмотки которого сигнал отрицательной обратной связи подается на резистивный делитель в катодной цепи предоконечного каскада модулятора.

Питание выходного каскада передатчика осуществляется пульсирующим в соответствии со звуковым сигналом напряжением, которое снимается с дросселя МТ и воздействует на экранирующую сетку (через сопротивление  $R_{14}$ ) и анодную цепь (через контур  $L_1C_{10}$ ) лампы  $L_4$ .

Задающий генератор собран по трехточечной автотрансформаторной схеме с колебательным контуром  $L_2C_{13}$  в катодной цепи  $L_7$ .

Строчные синхрипульсы с выходной нагрузки усилителя-ограничителя на лампе  $L_6$  подаются в цепь управляющих сеток левого триода  $L_7$  и тиратрона  $L_8$ , осуществляющих синфазную манипуляцию задающего генератора, выполненного на правой половине двойного триода  $L_7$ , а также выходного каскада передатчика на лампе  $L_4$ . Совместная манипуляция задающего

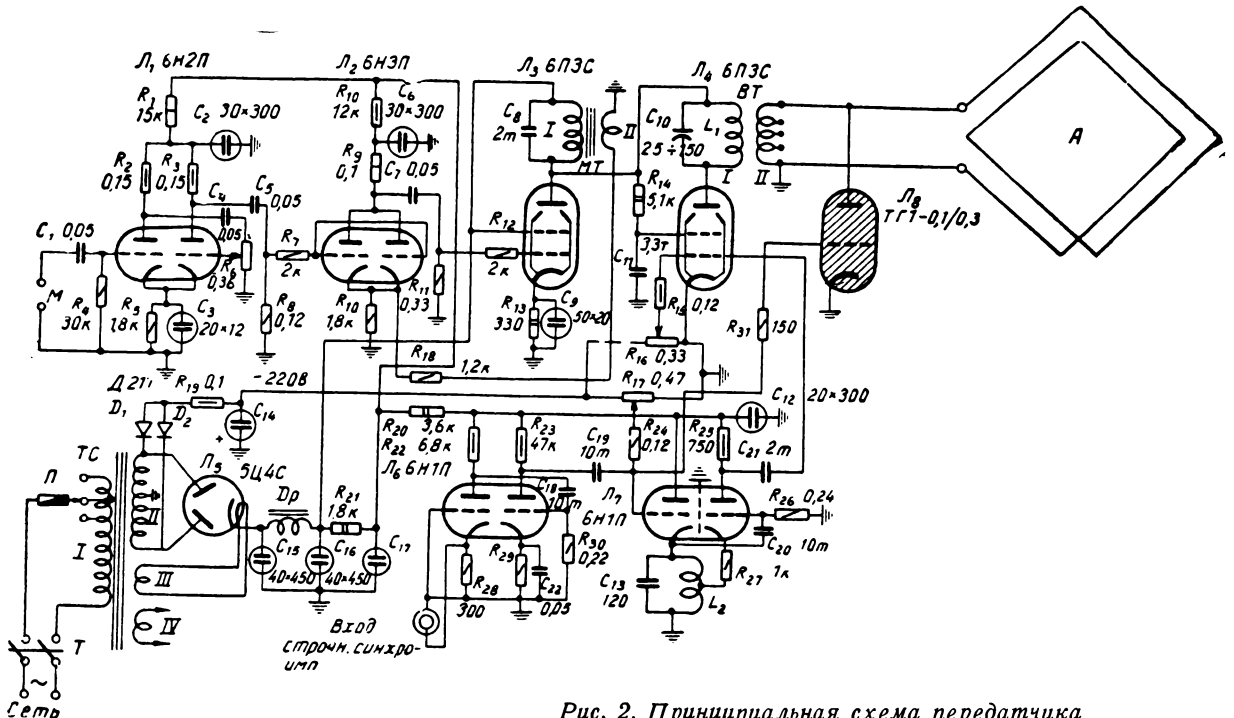


Рис. 2. Принципиальная схема передатчика

генератора, работающего в режиме ударного возбуждения, а также выходного каскада передатчика, манипулируемого импульсным введением переменного затухания в колебательную цепь —  $L_1C_{10}$  (по отборочной обмотке — катушке антенной связи II в. ч. трансформатора ВТ), обеспечивает компенсацию инерционности выходного колебательного контура передатчика, сказывающуюся на затягивании процесса спада колебаний в конце импульсной посылки, и эффективное формирование частотозаполненных импульсных посылок со скважностью порядка  $10 \div 15$ , имеющих крутые фронты нарастания и спада колебаний. Степень шунтирующего действия манипуляторного каскада (левого триода  $L_7$ ) на контур  $L_2C_{13}$ , определяющая глубину манипуляции задающего генератора, может плавно регулироваться потенциометром смещения  $R_{17}$ . Потенциометром  $R_{17}$  подбирается такой режим работы задающего генератора и выходного каскада передатчика, при котором обеспечивается оптимальная форма огибающей частотозаполненных импульсных посылок.

В качестве трансформатора МТ использован выходной трансформатор звуковой частоты телевизора «Рубин». (Данные катушек индуктивности следующие:  $L_1$  — контурная катушка-трансформатор  $\varnothing 54$  мм;  $h$  — 50 мм; намотка секционирования в 2 слоя, провод ПЭЛ-1  $\varnothing 1,0$  с отводами от каждого слоя; в слое по 14 витков; число секций — 5;  $L_1$  — катушка связи с антенной  $\varnothing 45$  мм;  $h$  = 40 мм; намотка секционированная проводом ПЭЛ-1  $\varnothing 1,0$  по 20 витков в секции; число секций — 4;  $L_2$  — контурная катушка задающего генератора 850 мкГн, выполнена проводом ПЭЛШО  $\varnothing 0,2$  на каркасе  $\varnothing 14$  мм;  $h$  = 11 мм).

Если инерционность выходного колебательного контура передатчика), влекущая за собой паразитные затухающие колебания, является нежелательной и вредной, то инерционность антенного колебательного контура приемника, приводящая к плавному спаду амплитуды колебаний в промежутках между соседними принимаемыми частотозаполненными посылками, играет положительную роль, уменьшая глубину пульсации поступающего на детектор в. ч. сигнала за счет заполнения пауз между импульсными посылками. Указанное об-

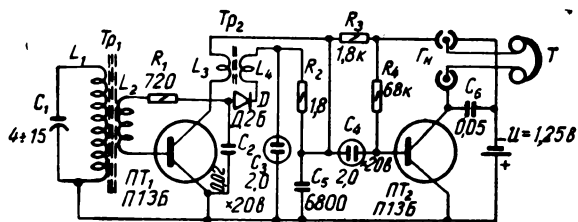


Рис. 3. Принципиальная схема приемника

стоятельство, повышая эффективность приема импульсных сигналов, позволило упростить схему приемника, ограничившись подбором параметров простейшего фильтра — нагрузки детектора.

Принципиальная схема приемника представлена на рис. 3. Приемник, собранный по рефлексной схеме 1—V—2, выполнен на двух транзисторах. Транзистор  $ПТ_1$  совмещает функции УВЧ-каскада и предварительного каскада УНЧ. Оконечный каскад УНЧ собран на триоде  $ПТ_2$ . Отрицательное отпирающее напряжение смещения, изменяющееся в соответствии с протектированным в. ч. сигналом, поступает на базу транзистора  $ПТ_1$  с емкостной нагрузки  $C_2$  диода  $D$  (через ограничительное сопротивление  $R_1$ ).

Катушка антенного контура и катушка связи —  $L_1$  и  $L_2$  расположены на общем ферритовом стержне Ф-600 длиной 70 мм и диаметром 8 мм. Катушка колебательного контура  $L_1$  выполнена проводом ПЭЛШО  $\varnothing 0,2$ , с числом витков  $W_1 = 350$  — в виде сосредоточенной обмотки длиной 9 мм. Катушка связи  $L_2$  намотана на цилиндрическом каркасе, перемещаемом вдоль ферритового стержня в процессе первичной настройки приемника (при подборе оптимальной связи входной цепи УВЧ-каскада с антенным контуром), после чего катушка связи фиксируется на сердечнике. Катушка  $L_2$  выполнена проводом ПЭЛШО  $\varnothing 0,12$ , с числом витков  $W_2 = 50$ . Высокочастотный трансформатор  $Тр_2$  выполнен на отрезке ферритового стержня (феррит Ф-600)  $\varnothing 8$  мм и высотой 12 мм. Обе обмотки трансформатора (первичная  $L_3$  и вторичная  $L_4$ ) выполнены проводом ПЭЛШО  $\varnothing 0,08$  и содержат соответственно 120 и 400 витков.

В качестве источника питания приемника используется один элемент малогабаритного герметизированного аккумулятора

(щелочного кадмиево-никелевого). Если необходимо увеличить чувствительность приемника, можно применить 2—3 таких элемента либо элементы галетных батарей.

### Излучающая система

Аппаратура режиссерской связи должна обеспечивать стабильный, мало изменяющийся по площади студии коэффициент передачи системы. Равномерный охват площади студии излучаемым сигналом может обеспечить антенна рамочного типа, выполненная в виде горизонтального прямоугольного витка (петли), уложенного вдоль стен студии.

Как показали расчеты и измерения, при расположении антенного витка вдоль стен студий на уровне человеческого роста наблюдается значительная неравномерность наводимой в контуре антенны приемника э. д. с., которая резко повышается по мере приближения приемной антенны к стенам студии. Подобная неравномерность поля передатчика вызывает искажения при работе оператора вблизи передающей антенны и вынуждает вводить ручную регулировку усиления, а это снижает оперативность работы персонала. Введение же автоматической регулировки усиления для компенсации неравномерности, наводимой в приемной антенне э. д. с., сопряжено с усложнением схемы приемника. Проще применить соответствующую конструкцию антенны передатчика. Эффективна антенна, выполненная в виде нескольких (от двух до четырех) разнесенных по высоте студии витков, параллельно подключенных к катушке связи выходного контура передатчика. Каждый из запараллеленных витков может быть выполнен антенным канатиком, укрепленным на изолирующих роликах, либо коаксиальным кабелем.

При испытании системы связи на Уфимском телецентре был выбран эффективный вариант передающей антенны, обеспечивающий равномерное распределение коэффициента передачи по площади студии. Изолированным антенным канатиком или кабелем с экранной оболочкой (желательно изолированной) вдоль стен студии на уровне 4—6 м от пола укладывается 1 виток. При таком расположении передающей антенны  $A_1B_1$  относительно приемной антенны, перемещаемой на уровне  $BГ$

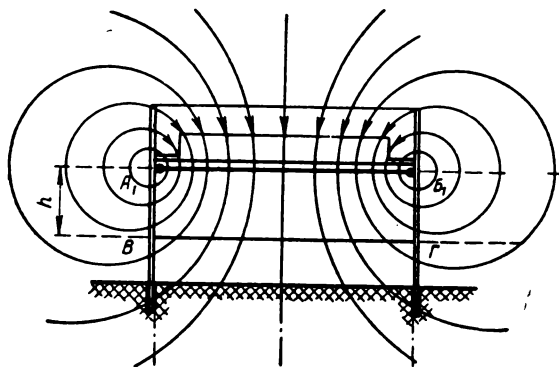


Рис. 4. Расположение передающей антенны в студии

(рис. 4), угол между суммарным вектором индукции и вертикально расположенным ферритовым стержнем приемной антенны изменяется в зависимости от места нахождения оператора в студии. При этом снижение плотности магнитного потока в центре студии сочетается с максимальным коэффициентом его использования для наведения э. д. с. в приемной антенне. По мере удаления от центра студии к ее периферии одновременно с увеличением угла между ферритовым стержнем приемной антенны и результирующим вектором магнитного потока, т. е. с падением косинуса угла между ними, определяющего коэффициент использования магнитного потока, возрастает плотность последнего.

Расчеты для студии с  $l = 20$  м и  $m = 10$  м показали, что оптимальной относительной высотой подвески антенной петли является значение  $h = 4$  м, что соответствует абсолютному уровню подвески (над полом студии) примерно 5,6 м.

На Уфимском телецентре антенна передатчика системы связи обеспечивает равномерную интенсивность приема по всей площади студии, а также в прилегающих к студии помещениях. Для приема сигналов командной связи могут быть использованы имеющиеся в соответствующих службах стандартные радиоприемники. В то же время возможность приема сигналов командной связи вне телецентра практически исключена ввиду резкого падения напряженности поля за границами телецентра.

К качеству пола телевизионной студии предъявляется много разнообразных требований, выполнить которые не просто. Достаточно хорошей конструкции пола пока не найдено. Срок службы применяемых полов не высок, и расходы на их ремонт относительно велики.

Во многих телевизионных студиях используют деревянный пол с покрытием из линолеума. Срок службы такого пола, как правило, не превышает года, после чего требуется капитальный ремонт с полной заменой линолеума.

Быструю изнашиваемость покрытия вызывают металлические колеса или ролики, на которых передвигается по студии тяжеловесное оборудование. Штативы телевизионных камер, передвигающиеся на колесах с резиновыми ободами, не портят пола. Однако металлический ролик, с помощью которого осуществляется разворот штатива, при нажатии на педаль создает большую местную удельную нагрузку на пол, поверхность его под роликом продавливается и оставляет на нем заметный след. Под влиянием таких местных перегрузок линолеум отклеивается, растягивается, коробится и ломается. Такое же действие оказывают металлические ролики, на которых передвигается фортепьяно. Если же металлические ролики заменить колесами с резиновым ободом, то разворот такого колеса при его малом диаметре потребует гораздо больших усилий, а резиновый обод из-за большой нагрузки быстро изнашивается.

Для уменьшения удельной нагрузки следует по возможности увеличивать площадь соприкосновения ролика с поверхностью пола. Для этого необходимо увеличить диаметр, ширину и поперечный радиус закругления рабочей поверхности ролика.

На Воронежском телецентре были заменены ролики штативов всех телевизионных камер и фортепьяно. Ширина металлического ролика увеличена в 1,6 раза, диаметр — на 28%, а поперечный радиус — в 4 раза. Результат получился хороший: след

остаточной деформации поверхности пола при развороте камеры исчез, а разворот камеры стал более легким. Срок службы поверхности пола значительно увеличился.

В прошлом году капитальный ремонт пола студии Воронежского телецентра в порядке опыта произведен по новой технологии. Удалили линолеум, поверхность пола тщательно протергли и затем покрыли одним слоем фанеры толщиной 10 мм. Каждый лист фанеры 150 × 150 см крепили к полу 30—35 шурупами с плоскими головками. Кромки листов тщательно подгонялись друг к другу. Отдельные дефекты поверхности и головки шурупов шпаклевали шпаклевкой марки ЛШ-1. Затем пол был дважды покрашен краской (грунт 138). Ремонт пола обошелся на 26% дешевле, чем при покрытии линолеумом. По-видимому, покрытие из фанеры будет служить несколько лет.

Шестимесячная эксплуатация такого пола показала значительно меньшую его изнашиваемость: никаких дефектов пола не появилось. Фанера применялась обычная: частично сорта АВ и частично сорта В. Для этой фанеры следует считать обязательной описанную выше переделку металлических роликов камерных штативов, так как ролик заводской конструкции портит поверхностный слой фанеры. Если же применять авиационную бакелизированную 10-мм фанеру высшего сорта, то такой пол, судя по опыту Уфимского телецентра, дает удовлетворительные результаты и без изменения конструкции роликов штативов (он служит более двух лет).

Персонал студии телевидения положительно оценивает фанерное покрытие пола, отмечая только один его недостаток — несколько повышенный шум при движении и ударах по полу; причем при более частом креплении листов фанеры шурупами величина шума снижается.

**А. БЕСПАМЯТНОВ**  
*Начальник Воронежского телецентра*

Уважаемая редакция!

Разрешите мне через ваш журнал ответить на вопросы, которые поставлены в статье «Как развивается и используется телевизионная сеть СССР», опубликованной в № 4 журнала «Техника кино и телевидения» этого года.

1. Первая программа Центрального телевидения подготавливается с расчетом включения в нее материалов, которые представляют наибольший интерес для телезрителей городов и сел, обслуживаемых сетью Центрального телевидения.

Следует также иметь в виду, что предложение г. Марценицена — включать в программы, передаваемые для других телецентров, передачи то первой, то второй программы, — как правило, трудно реализовать, так как для этого необходимо, чтобы время начала и окончания отдельных передач совпало.

Что касается передачи по линиям кинофильмов, то это вызывается как прямой необходимостью, так и экономической целесообразностью включения кинопрограмм именно в первую («союзную») программу телевидения, транслируемую телецентрами и ретрансляционными станциями сети Центрального телевидения. В самом деле, кроме телецентров, имеющих возможность самостоятельно передавать кинофильмы, в телевизионную сеть Министерства связи включены и ретрансляционные телевизионные станции (РТС), которые предназначены только для трансляции программ, получаемых по радиорелейным линиям от других телецентров.

Если по совету автора статьи отказаться от передач кинопрограмм по радиорелейным линиям, то телезрители многих городов и сел не увидели бы по телевидению ни одного кинофильма, что вряд ли целесообразно.

Следует также отметить, что по Центральному телевидению передаются кинофильмы более высокого технического качества, чем фильмы, получаемые от кинопроката местными телецентрами.

2. Подавляющее большинство телецентров, построенных Министерством связи, рассчитано на передачу собственных, оригинальных программ общей продолжительностью от 30 мин. до 1 часа 20 мин. в среднем в сутки. Опыт показал, что для подготовки программ, представляющих интерес для регулярной передачи в другие города, имеющих на телецентрах технических средств (одна телевизионная студия) совершенно недостаточно. Поэтому обмен телевизионными программами между городами по радиорелейным линиям в настоящее время ограничен, хотя по мере расширения телевизионной сети он будет резко возрастать.

Как указывал автор статьи, значительное количество линий междугородного телевидения — это линии двухстороннего действия (дуплексные). Действительно, главную нагрузку по передачам междугородных телевизионных программ несут телевизионные каналы, работающие в направлении от Москвы к другим телецентрам.

По указанным выше причинам, т. е. из-за недостаточной технической базы у программных телецентров, организовать регулярный показ длительных программ из других городов с использованием телевизионных линий пока невозможно.

В то же время технические возможности установленной на магистралях аппаратуры не позволяют использовать второй (обратный) телевизионный канал в том же направлении, что и первый, и иметь в случае необходимости в одну сторону два канала, а между тем, будь такая возможность, легко можно было бы организовать одновременную передачу на телецентры двух программ Центрального телевидения или одной — Центрального и другой — республиканского телевидения.

В этом случае для организации передач по двум программам и увеличения часов вещания достаточно было бы установить на телецентрах и РТС вторые телевизионные передатчики. Тогда увеличение объема вещания не потребовало бы никакого дополнительного редакционного и творческого персонала для подготовки программ, а стоимость часа вещания резко сократилась бы.

3. По мере развития телевизионной сети в нее включаются города, находящиеся в других часовых поясах, что не позволяет транслировать для них полную программу Центрального телевидения. Сетка телевизионного вещания Центрального телевидения в возможных пределах учитывает эту особенность.

Однако никакое рациональное планирование не позволит согласовать, например, интересы зрителей Москвы, смотрящих вечерние передачи (в том числе и трансляции из театров), и интересы зрителей Целинного края и среднеазиатских республик, где в это время уже глубокая ночь.

Вопрос обеспечения программами Центрального телевидения городов Сибири и восточной части СССР должен дополнительно изучаться.

4. Несмотря на то, что объем телевизионного вещания из зарубежных братских стран еще несколько ограничивается техническими возможностями телевизионных линий, количество передач из стран Интервидения все более увеличивается и по мере освоения новых магистралей будет расти.

*Инженер Технического управления  
Государственного комитета Совета Министров СССР  
по радиовещанию и телевидению.*

**Е. ИГНАТОВ,**

## ЗАПИСЬ ЗВУКА НА ФЕРРОМАГНИТНУЮ ДОРОЖКУ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО КИНОФИЛЬМА

778.534.425

Массовое развитие кинолюбительства в последние годы, проведение конкурсов и смотров любительских кинофильмов, широкий обмен узкоплечными фильмами ставят кинолюбителей перед необходимостью иметь стандартные звуковые узкоплечные фильмы, которые не требуют специального переоборудования проекционной аппаратуры для воспроизведения звука.

Наиболее приспособленным кинопроектором для записи и воспроизведения звука является проекционный аппарат «Украина-4», рассчитанный на 16-мм кинофильмы. В отличие от ранее выпускавшихся аппаратов этого типа кинопроектор «Украина-4», кроме обычного звукового блока, который предназначен для воспроизведения оптической фонограммы, оснащен магнитной приставкой с малогабаритной магнитной головкой типа МГ-14В и предварительным усилителем 7У-17, позволяющим воспроизводить магнитную фонограмму.

Конструкция магнитной головки МГ-14В дает возможность использовать ее как для воспроизведения, так и для записи звука. Это означает, что при наличии магнитофона и проекционного аппарата «Украина-4» можно записывать звук на ферромагнитную дорожку 16-мм фильма.

Предлагаемая ниже технология озвучивания фильма в равной степени приемлема для записи звука на фильм с односторонней перфорацией и шириной магнитной дорожки 2,4 мм, а также на пленку с двухсторонней перфорацией и шириной фонограммы 0,8 мм. Однако в последнем случае мощность звучания фонограммы будет несколько меньшей.

Сущность предлагаемого метода записи звука магнитной головкой МГ-14В, установленной на кинопроекторе «Украина-4», заключается в следующем.

Представим себе, что от универсальной магнитной головки магнитофона отпаяны проводники, по которым поступает сигнал записи на головку. Если эти проводники удлинить и припаять к магнитной головке, установленной на проекторе «Украина-4», то сигнал записи, вырабатываемый схемой магнитофона, будет поступать на магнитную головку проектора и запись звука будет осуществляться магнитной головкой проектора.

Для удобства к магнитофону присоединяют постоянный кабель, заканчивающийся штеккером, соответствующим штеккерному гнезду магнитного блока проектора «Украина-4». Кабель подключается через тумблер к выводам усилителя магнитофона, идущим на универсальную головку, с таким расчетом, чтобы при одном положении тумблера включалась магнитная головка магнито-

фона, а при втором положении — магнитная головка проектора.

На рис. 1, а, б показана схема подключения кабеля к магнитофону. Если необходимо пользоваться магнитофоном в обычном его назначении, то тумблер ПК-1 ставят в положение, указанное на рис. 1, а. При этом кабель, предназначенный для соединения магнитофона с магнитной головкой проектора ГУ<sub>2</sub>, отключен, а универсальная головка магнитофона ГУ<sub>1</sub> включена, т. е. магнитофон работает по своей обычной схеме. Если тумблер ПК<sub>1</sub> переключить (см. рис. 1, б), то сигнал с выхода усилителя магнитофона поступит на магнитную головку проектора ГУ<sub>2</sub>.

Чтобы при записи звука не возникали посторонние шумы, резко снижающие качество записи, кабель, который соединяет магнитофон с магнитным блоком проектора, должен быть экранированным.

Процесс озвучивания 16-мм фильма с ферромагнитной дорожкой сводится к следующим операциям:

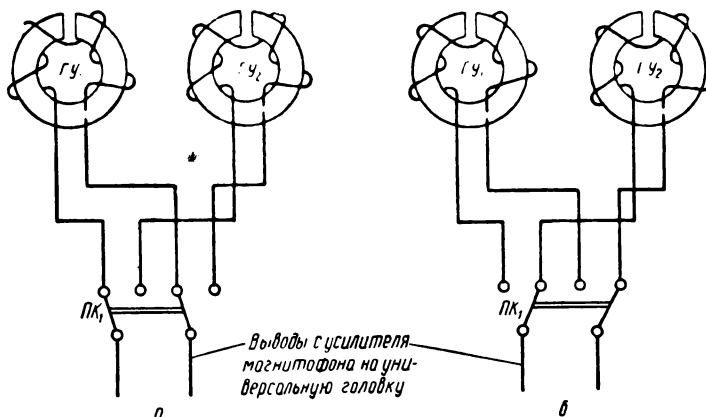


Рис. 1. Схема подключения к магнитофону кабеля для подачи сигнала записи на магнитную головку проектора

1) фильм заряжается в кинопроектор «Украина-4», ручка магнитного блока ставится в положение *M*, при этом магнитная головка прижимается к ферромагнитной дорожке;

2) установленный на магнитофоне тумблер ставится в положение, при котором головка магнитофона отключается, а сигнал записи поступает на кинопроектор;

3) экранированный кабель магнитофона соединяется с магнитным блоком проектора;

4) включается магнитофон, нажимается кнопка «Запись» и устанавливается необходимый уровень записи;

5) включается проектор (усилитель проекционного аппарата можно не включать), и начинается запись звука на ферромагнитную дорожку. Технология записи звука на ферромагнитную дорожку в этом случае ничем не отличается от обычной технологии записи звука на магнитофоне.

Дикторский текст и музыкальное сопровождение записываются при визуальном наблюдении за изображением. Озвучивание может производиться в соответствии с артикуляцией действующих на экране лиц, что обеспечит полную синхронность изображения и речи при демонстрации фильма.

Чтобы «стереть» неудачную запись и подготовить ферромагнитную дорожку для повторной записи, на проекционном аппарате, которым пользуется кинолюбитель при записи звука, следует установить стирающую головку с подключенным к ней штеккерным гнездом. Экранированный кабель соединяет стирающую головку с генератором стирания магнитофона.

На рис. 2 показана схема подключения кабеля для подачи сигнала стирания на стирающую головку, установленную на проекторе.

Если тумблер *ПК<sub>2</sub>* находится в положении, указанном на схеме,

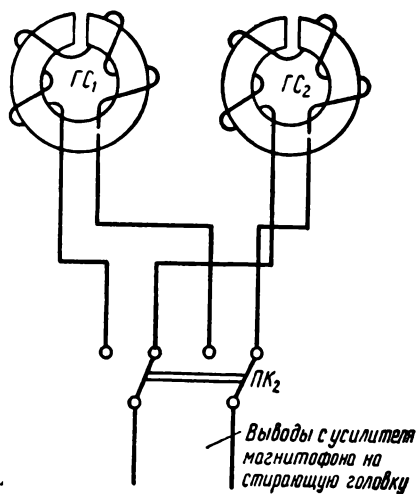


Рис. 2. Схема подключения к магнитофону кабеля для подачи сигнала стирания на стирающую головку проектора

то стирающая головка магнитофона *ГС<sub>1</sub>* отключается и сигнал генератора стирания поступает на стирающую головку кинопроектора. Если при этом на магнитофоне нажать кнопку «Запись» и включить проекционный аппарат, то записанный ранее звук окажется стертым и дорожка будет вновь подготовлена к записи.

Приведенная схема позволяет производить запись с отключенной стирающей головкой, т. е. «накладывать» несколько записей на одну и ту же ферромагнитную дорожку (речь, музыкальное сопровождение, шумы), не стирая при этом ранее записанного звука.

Таким образом, для озвучивания 16-мм фильма с ферромагнитной дорожкой требуется установить на магнитофоне два тумблера для подачи сигналов записи и стирания, а на проекторе — стирающую головку.

Такой способ озвучивания фильма наиболее приемлем для кинолюбительской практики, так как:

а) при простейшей технологии звукозаписи дает высокое каче-

ство звучания магнитной фонограммы;

б) не требует каких-либо серьезных переделок проектора или устройства дополнительных усилителей, приставок и пр.;

в) обеспечивает получение стандартного звукового фильма, пригодного для демонстрации с воспроизведением магнитной фонограммы на любом проекторе «Украина-4»;

г) позволяет создать фильм с полной синхронностью звука и изображения.

Малогабаритная магнитная головка МГ-14В кинопроектора «Украина-4» имеет малую индуктивность по сравнению с универсальными головками бытовых магнитофонов. В связи с этим наиболее высокое качество звучания может быть достигнуто при пользовании профессиональными магнитофонами (МЭЗ-15, МАГ-8, МАГ-61 и др.), на которых вместо универсальной установлены отдельно записывающие и воспроизводящие головки.

Пользование бытовым магнитофоном, рассчитанным на универсальную головку большей индуктивности, приведет к снижению намагниченности ферромагнитной дорожки и некоторому «срезанию» высоких частот.

\* \* \*

Несколько сложнее обстоит дело с записью звука на 8-мм фильм. Дело в том, что такой фильм транспортируется в проекционном аппарате со скоростью около 6 см/сек, т. е. в три раза меньшей, чем 16-мм звуковой фильм, а как известно, уменьшение скорости движения звуконосителя ухудшает качество звучания. Кроме того, промышленность пока что не выпускает 8-мм проекционных аппаратов с установленными на них магнитными головками.

И все же озвучить 8-мм фильм, на который с помощью поливоч-

ной машины нанесена ферромагнитная дорожка шириной 0,8 мм, можно. Для этого на проекционном аппарате в точке наиболее равномерного хода фильма устанавливается универсальная магнитная головка. Наиболее пригодна головка типа МГ-14В из-за ее чрезвычайно малого размера. При наличии магнитофона с подключенным к нему кабелем (рис. 1) запись звука ничем не будет отличаться от изложенной выше технологии озвучивания 16-мм фильма.

Для воспроизведения магнитной фонограммы магнитная головка

проектора соединяется экранированным кабелем с выводами усилителя магнитофона, а головка магнитофона отключается, т. е. все остается, как и при записи звука, с той лишь разницей, что вместо кнопки «запись» на магнитофоне нажимается кнопка «воспроизведение». Остается включить проекционный аппарат, и магнитная фонограмма, проходя по головке, создаст в ней переменный магнитный поток, в обмотке головки возникает э. д. с. поступающая по кабелю в усилитель магнитофона, а затем на его громкоговоритель. Таким образом, фо-

нограмма фильма будет воспроизводиться магнитофоном.

Следует иметь в виду, что для озвучивания 8-мм фильмов указанным способом пригодны лишь магнитофоны, рассчитанные на качественную запись и воспроизведение звука при малых скоростях движения магнитной ленты. Можно использовать, например, магнитофон «Комета», у которого минимальная скорость, на которой осуществляется запись и воспроизведение звука (4,77 см/сек), даже ниже, чем скорость движения 8-мм фильма.

## К сведению любителей и ведомственных киностудий

Государственные и общественные организации, в ведении которых находятся любительские и ведомственные киностудии, должны обращаться за приобретением осветительной аппаратуры в управления снабжения республиканских комитетов по кинематографии, через которые распределяется кинотеатральная аппаратура для всех ведомств и организаций каждой республики.

Ниже приводится перечень осветительных приборов, которые можно заказать: прибор рассеянного света ПР-60 (применены лампы мощностью в 5 и 3 кВт); ламповые кинопрожекторы КПЛ-35 (мощ-

ность лампы 5 кВт), КПЛ-25 (лампа 2 кВт), КПЛ-15 (мощность лампы 0,5 кВт), КПЛ-10 (лампа 0,15 кВт), КПЛ-50 (лампа в 10 кВт) и дуговой кинопрожектор КПД-50М; четырехламповые и двухламповые осветительные приборы ОПЗ-4 и ОПЗ-2 с зеркальными лампами ЗН-6; малые штативы ШМ для укомплектования прожекторов КПЛ-10 и средние штативы для укомплектования приборов ПР-60 и кинопрожекторов КПЛ-35 и КПЛ-25.

Там же заблаговременно можно заказать бобины для 16-мм кинофильмов Б16-120 и Б16-600 емкостью соответственно по 120 и 600 м пленки.



Н. И. КИРИЛЛОВ, Е. М. ФЕЛЬДШЕРОВ

## УСТРОЙСТВА ДЛЯ БЫСТРОЙ ОБРАБОТКИ КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ

771.23

**Рассмотрены проявочное оборудование и устройства, применяемые в процессах быстрой и сверхбыстрой обработки кинофотоматериалов. В описываемых устройствах используются процессы быстрой обработки пленок в струях растворов путем нанесения на них обрабатывающих растворов, с подачей растворов через пористые материалы, контактирования с материалами, пропитанными обрабатывающими растворами, и др.**

Быстрая и сверхбыстрая обработка светочувствительных кинофотоматериалов, как правило, проводится при повышенных температурах с применением сильнозадубленных эмульсионных слоев. При этом используются различные типы проявочного оборудования и устройств, которые обычно не являются универсальными. Быстрые и сверхбыстрые процессы обработки светочувствительных материалов широко применяются для различных научно-технических и специальных работ; они представляют практический интерес также и для промышленности.

В зарубежной периодической и патентной литературе описываются различные проявочное оборудование и устройства для быстрой и сверхбыстрой обработки различных светочувствительных материалов, причем публикации в данном направлении возрастают. В последнее время опубликован ряд обзоров [1—7] по данной области кинофототехники с классификацией различного оборудования по назначению, типу, процессам и материалам и т. п.

В быстрых и сверхбыстрых процессах обработки фотографических слоев обычно применяются энергично действующие проявляющие и проявляюще-фиксирующие растворы с высокой концентрацией компонентов и высоким рН [2, 5, 6]. В качестве проявляющих веществ в последнее время в них стали применять фенидон в сочетании с гидрохиноном,

что позволяет получать проявляющие растворы с высокими супераддитивными свойствами. В ряде процессов проявленное изображение вместо фиксации подвергается обработке в различных стабилизирующих ваннах с роданидами, тиомочевинной и др., которые существенно уменьшают общую продолжительность процесса и почти полностью исключают промывку обрабатываемого материала. В некоторых случаях проявленное изображение в последующем не фиксируется или не стабилизируется, что, однако, не позволяет сохранять его длительное время на свету.

Быстрая и сверхбыстрая обработка фотографических слоев проводится, как правило, при высоких температурах (40—60°С и выше) с применением сильнозадубленных материалов [2, 5]. Повышение температуры — одно из наиболее простых и эффективных средств уменьшения продолжительности процесса; при этом следует иметь в виду, что при повышении температуры на 10°С скорость химических реакций (в том числе проявления и фиксации) возрастает в 2—4 раза. Большое влияние на ускорение процесса оказывает перемешивание обрабатывающих растворов и особенно обработка фотографических слоев в струях растворов. Однако в данном случае существенно усложняется аппаратура и стабильность процесса уменьшается, что во многих

случаях может быть неприемлемым. Наиболее простым является метод нанесения обычных или вязких обрабатывающих растворов [5], позволяющий достигать при высоких температурах требуемой быстроты процессов с необходимой стабильностью результатов. В некоторых случаях применяются разные варианты обычных форсированных и специальных быстрых процессов получения обращенных изображений.

В обзоре [6] различные проявочные устройства подразделяются, с одной стороны, на бортовые (которые должны быть наиболее полно автоматизированы, а также отличаться относительно небольшими габаритами и весом, небольшим расходом растворов и энергии, хорошей герметизацией от внешней среды) и, с другой стороны, на наземные (к которым эти требования предъявляются в меньшей мере, поскольку они применяются в стационарных условиях). Имеются и такие устройства, которые могут быть использованы как бортовые и как наземные. Так как в литературе описано исключительно большое количество проявочных устройств, то здесь мы рассмотрим их по некоторым группам, чтобы в той или иной мере дать о них общее представление.

### 1. Проявочные машины для быстрой обработки пленки в струях растворов

Успешные результаты, полученные при исследовании интенсификации процессов обработки фотографических слоев в струях растворов [5], привели к созданию малогабаритных проявочных машин для быстрой промышленной обработки различных сортов черно-белых пленок в кинематографии и для разных специальных целей.

Такого типа проявочные машины уже в течение более 5 лет успешно применяются в кинопромышленности США, их начинают выпускать и в других странах.

Не так давно был описан [8] ускоренный процесс промышленной обработки всех видов 16- и 35-мм черно-белых кинопленок в струях растворов в специально сконструированных для этого американской фирмой Du Art Film Laboratories новых проявочных машинах. В таких машинах пленка обрабатывается в герметизированных камерах с замкнутой системой циркуляции растворов со скоростью при обработке негативного материала — 1080 м/час и позитивного — 2160 м/час. Обрабатываемые растворы подаются на пленку под давлением через сопла (форсунки) в виде тонких струй (рис. 1). Теплый воздух также подается на пленку через форсунки под некоторым углом к ее движению, что весьма резко ускоряет процесс сушки. Средняя продолжительность проявления 1 мин. при 27° С с возможно-

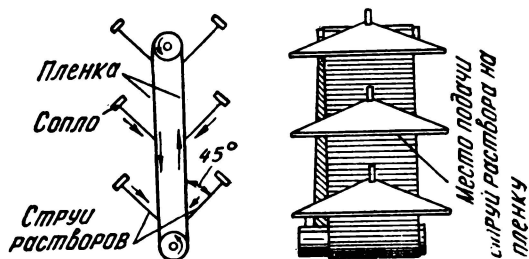


Рис. 1. Общая схема обработки пленки в струях растворов [5, 10]

стью ее регулирования от 22,5 сек до 4—5 мин; продолжительность сушки негативного материала 45 сек, а позитивного — 22,5 сек.

Пленка фиксируется в дубящем фиксаже (с алюмокалиевыми квасцами), содержащем тиосульфат аммония и тиосульфат натрия. На промывку пленки расходуется 10—15 л воды на 1 м. Указано, что окисляемость рабочего проявляющего раствора повышенная, но специальных мер для ее уменьшения (в частности, пропускания инертного газа (азота) в камеры, что применялось в первоначальных исследованиях [5, 10]) не требуется. Отмечены практические удобства и экономичность разработанных проявочных машин для обработки пленки в струях растворов. По своим габаритам они в 3—4 раза меньше обычных проявочных машин, а объем цир-

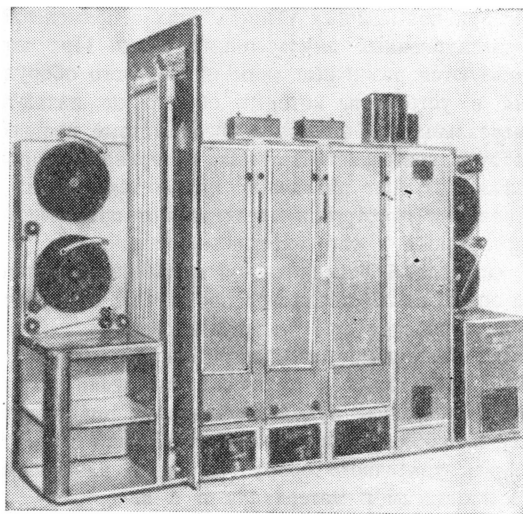


Рис. 2. Общий вид высокопроизводительной проявочной машины американской фирмы Хьюстон Фирлис для быстрой обработки 16/35-мм кинопленки в струях растворов [9]. Слева — загрузка пленки в темные камеры для ее обработки; справа — сушка пленки в светлых камерах

кулирующих в них растворов в 50 раз меньше, что существенно упрощает технологический процесс.

Аналогичные «струйные» (душевые) проявочные машины выпускаются американской фирмой Хьюстен Фирлис [9]. Машины имеют комбинированные 16 и 35-мм ведущие зубчатые ролики с односторонним многопетельным лентопротяжным механизмом (рис. 2). Скорость хода пленки может плавно регулироваться от 457 до 2744 м/час; в среднем она составляет 1830 м/час при обработке негативной пленки и 2744 м/час — при обработке позитивной. Общая продолжительность процесса (включая сушку) 5 мин при скорости движения пленки 2000 м/час. Температура обрабатываемых растворов и воздуха при сушке пленки 32°С. Конструктивной особенностью машин является то, что они монтируются из отдельных самостоятельных блоков, представляющих собой герметизированные душевые камеры для проявления, фиксирования и сушки пленки. Число таких блоков определяется процессом обработки пленки и скоростью ее движения. Машины имеют автоматическую сигнализацию обрывов пленки, предупреждающую их разрядку. Отмечены малые габариты машины (3,15×0,81×2,13 м) и удобства ее эксплуатации.

Обработка пленки в струях растворов используется и в различных типах небольших проявочных машин для различных научно-технических и специальных целей [1—7]. Конструктивное решение этих проявочных машин оформляется различно; особенностями их по сравнению с рассмотренными выше промышленными машинами является более высокая температура растворов (50—60°) и существенно меньшая продолжительность обработки пленки; примерно 5 ÷ 10-секундное проявление, фиксирование, промывка и сушка пленки (в направленных струях воздуха при температуре до 80°С).

Существуют различные суждения о применении процессов обработки пленки в струях растворов для промышленных целей. Целесообразность промывки пленки в струях воды и сушки в направленных струях воздуха в этих условиях при повышенных температурах не вызывает возражений, поскольку это дает возможность весьма резко (во много раз) сократить продолжительность этих стадий обработки пленки. Противоречивые мнения возникают относительно проявления и фиксирования пленки соответственно в струях проявляющих и фиксирующих растворов.

С одной стороны, обработка пленки в струях растворов является средством интенсификации процесса и уменьшения его продолжительности, что согласуется с имеющимися исследованиями в данной области [1, 5, 10—12]. С другой стороны, фактические данные о продолжительности проявления и фикса-

рования (от ~0,5 до 1,5—3 мин), применяемых и рекомендуемых для промышленной обработки пленки в струйных проявочных машинах [5, 8, 9, 12], указывают на то, что в таких условиях далеко не полностью используются возможности ускорения этих стадий процесса путем подачи на пленку растворов в виде струй. При этом и наиболее простой температурный фактор ускорения процесса также используется недостаточно, поскольку пленка обрабатывается при относительно низких температурах (27—32°С). При дальнейшем уменьшении продолжительности проявления (менее примерно 0,5 мин) и повышении температуры затрудняется стабилизация процесса с одновременным увеличением окисляемости проявляющего раствора, пенообразованием и др. В связи с изложенным практическая рациональность процесса проявления в струях растворов может объясняться не возможностью ускорения процесса, а улучшением качества обработки пленки (устранение эффекта направления, достижение равномерной обработки пленки и др.).

Подача на пленку фиксирующего раствора в виде струй не может считаться целесообразной, так как при этом практически нельзя создать рациональные и экономически выгодные условия противоточного фиксирования пленки с завершением его в свежем или малоистощенном фиксирующем растворе и исключением излишних потерь серебра в промывку. Применяемая в рассматриваемых струйных проявочных машинах продолжительность фиксирования пленки (от ~0,5 до 1,5—3 мин) может достигаться более простым способом — обычным противоточным перетеканием фиксирующего раствора через ряд баков при более высоких температурах без излишней потери серебра в промывку [13, 14].

Изложенные соображения свидетельствуют о том, что эффект применения при промышленной обработке пленки струйных проявочных машин, кроме улучшения качества получаемого изображения, обуславливается прежде всего применением в них быстрых процессов обработки пленки и резким уменьшением объема циркулирующих растворов, что может достигаться и более простыми техническими средствами. Последнее, естественно, не может исключать дальнейшего совершенствование процессов обработки фотографических слоев в струях растворов.

## 2. Проявочные машины для обработки пленки путем наноса на них обрабатываемых растворов

Большой практический интерес представляет обработка пленки с наносом на нее обычных или вязких растворов [5]. В этом процессе пленка обрабатывается всегда в свежих растворах, что обеспечи-

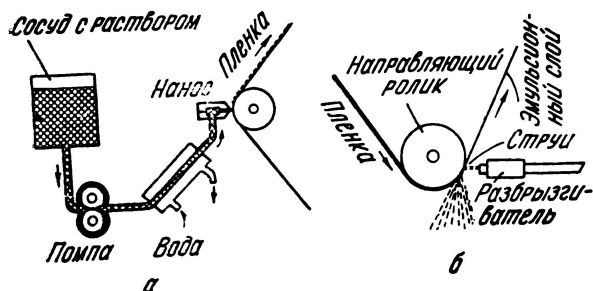


Рис. 3. Схематический вид наноса вязких обрабатывающих растворов (а) и промывки пленки (б) в новой проявочной машине американской фирмы Истмен Кодак [15]

вает хорошую стабильность получаемых результатов, которые определяются составом используемых растворов и толщиной их наноса на пленку.

В литературе [15, 16] приведены данные малогабаритной проявочной машины и процесса быстрой обработки в ней 16-мм черно-белых киноплёнок «Кодак» (позитивной, для звукозаписи и телевизионной) путем наноса на них вязких проявляющих и фиксирующих растворов с повышенными концентрациями основных компонентов. Для наноса на пленку вязких растворов применяются устройства фильерного типа (рис. 3,а): обработанная пленка промывается на направляющем ролике с подачи воды на эмульсионный слой под давлением через форсунку (рис. 3,б).

Чтобы достичь требуемых условий обработки пленки, объем наносимых на нее растворов можно изменять. Для проявления 1 м позитивной 16-мм пленки «Кодак» типа 7302 расходуется 3,5 мл вязкого проявителя; толщина нанесенного слоя 0,2 мм. Пленка обрабатывается в проявочной машине (рис. 4) при 52°С при общей продолжительности процесса 1 мин и скорости движения пленки 660 м/час. Машина обеспечена на 4 часа непрерывной работы вязкими растворами, которые хранятся в полиэтиленовых сосудах и могут быть заменены во время работы. Продолжительность проявления позитивной пленки может изменяться от 2,5 до 7 сек, при этом получаемые характеристические кривые практически не отличаются от кривых, получаемых при обычном проявлении (рис. 5). Продолжительность фиксирования 12 сек. Избыток нанесенных на пленку вязких растворов смывается водой. Затем пленка промывается горячей водой (52°С) в течение 13—17 сек (0,1 л на 1 м обрабатываемой пленки). Продолжительность сушки 15—21 сек.

Машина очень малогабаритна, происходящие в ней процесс и контроль за ним очень просты, и это выгодно отличает ее от описанных выше проявоч-

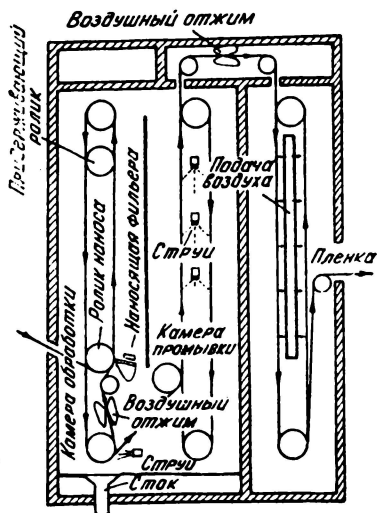
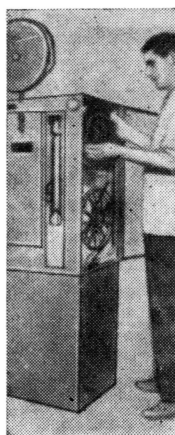


Рис. 4. Общий вид (а) и схема (б) быстрой обработки 16-мм киноплёнки в новой проявочной машине американской фирмы Истмен Кодак [16]

ных машин для обработки плёнок в струях растворов.

Различные варианты процессов обработки фотографических слоев путем наноса на них обычных и вязких обрабатывающих растворов в последнее время широко применяются в специальных устройствах, используемых для разных научно-технических целей (см. ниже).

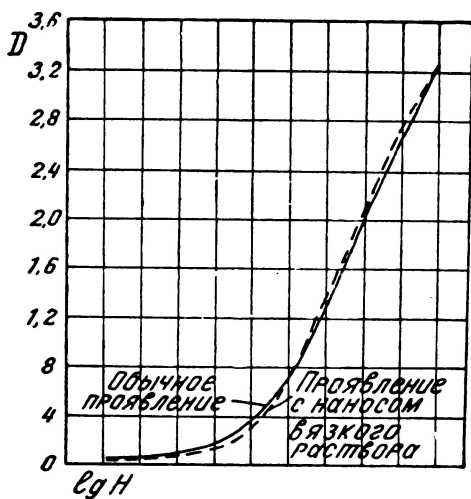


Рис. 5. Сравнительные характеристические кривые мелкозернистой позитивной пленки «Кодак» типа 7302, проявленной обычным образом и в течение 5,8 сек в новой проявочной машине с наносом вязкого проявителя при 52°С [15]

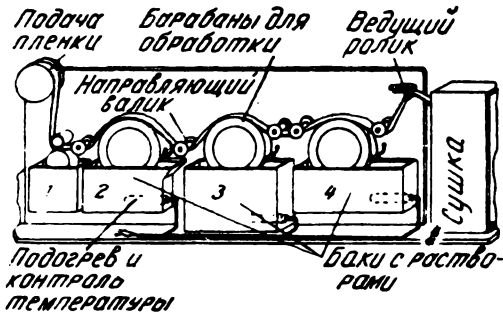


Рис. 6. Общий вид проявочной машины для обработки широкой пленки с наносом на нее обрабатывающих растворов с помощью вращающихся валков [6]

Представляет интерес проявочная машины с гладкими набрасывающими валиками для растворов [6] для непрерывной обработки широкой пленки (рис. 6). В машине установлены три бака с тремя наносящими валиками, которые вращаются в направлении, обратном движению пленки; это ускоряет обработку пленки примерно вдвое. Баки изготовляются из антикоррозийных материалов и снабжены терморегуляторами. Указано, что рассматриваемым способом пленка может обрабатываться и с применением однованного процесса (одновременного проявления и фиксирования) и со стабилизацией проявленного изображения.

### 3. Устройства для покадровой обработки пленки

Немногим более 15 лет назад были опубликованы интересные данные о применении сверхбыстрой, так называемой покадровой обработки специальной сильнозадубленной тонкослойной 35-мм пленки для регистрации сигналов радиолокации с последующей немедленной проекцией получаемого изображения на экран [2, 5, 6, 17]. При покадровой обработке пленка передвигается в приборе скачкообразно, находясь в спокойном состоянии в камере во время ее обработки (проявления с последующим фиксированием, промывкой и сушкой или только проявления со стабилизацией и без него и др.), как это обуславливается используемым процессом. В некоторых приборах такого типа для ускорения процесса ряд операций по обработке (например, фиксирование или стабилизация пленки) осуществляется во второй камере, в которой полученное изображение проецируется на экран. Эти приборы получили название фотопроекторных; в настоящее время они применяются для различных научно-технических целей.

В одной из первых конструкций фотопроекторных приборов [17] пленка 1 из кассеты поступает в

съёмочную камеру 2, из которой после экспонирования продвигается в камеру 3 для ее покадровой обработки (рис. 7). В этом положении к камере обработки посредством круглого кольца 4 присоединяется вакуум, в результате чего поверхность пленки становится выпуклой по отношению к эмульсионной стороне. Против последней (на расстоянии 0,05 мм) находится полированная поверхность 5 из нержавеющей стали, образующая с пленкой миниатюрную щелевую камеру. После открывания клапанов 6 и 7 обрабатывающий раствор поступает через трубки 8 и 9 в щелевую камеру и под действием вакуума с большой скоростью (18 см/сек) проходит над поверхностью пленки и выходит через кольцевое отверстие 4. Параболическая форма щелевой камеры создает оптимальные условия для движения раствора и обработки пленки. Таким способом производится последовательно проявление, фиксирование, промывка и сушка кадра, после чего пленка передвигается в положение 10 в проекционную оптическую камеру, а на место обработанного кадра поступает следующий из съёмочной камеры и т. д.

Продолжительность всей обработки пленки в рассматриваемом приборе (проявления, фиксирования, промывки и сушки) 4 сек. В более поздних усовершенствованных конструкциях прибора процесс происходит еще быстрее (в течение 1 сек и долей секунды) с использованием при этом более тонкослойной пленки, достаточно прозрачной для проекции без ее фиксирования.

Другого типа прибор описан [18] для покадровой обработки сильно задубленных тонкослойных пленок «Кодак» и «Анско» (радарных), имеющих светочувствительность 2—4 единицы ASA и разрешающую способность 150 лин/мм. Описываемый фотопроекторный прибор, схематически показанный на рис. 8, в отличие от предыдущего, состоит из съёмочной камеры, в которой пленка экспонируется со стороны основы и при этом одновременно прояв-

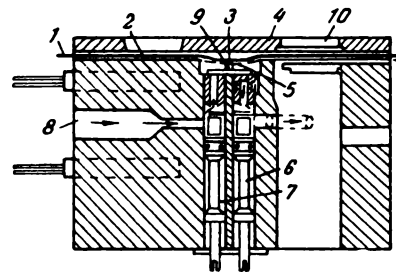


Рис. 7. Схема фотопроекторного прибора для покадровой обработки 35-мм тонкослойной пленки [2,17]

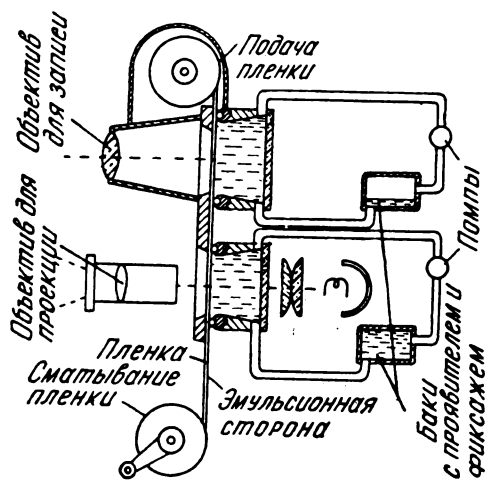


Рис. 8. Схематический вид фотопроекторного прибора для покадровой обработки пленки с совмещением экспонирования и проявления в одной камере, а фиксирования и проецирования получаемого изображения в другой камере [6, 18]

ляется, и камеры проекционного устройства, в которой проявленную пленку фиксируют, просушивают и просматривают на экране. Такая схема работы прибора увеличивает его производительность, поскольку во время проявления одного кадра другой (проявленный) кадр фиксируется. Указано, что в приборе могут применяться разные процессы обработки пленки. При использовании однованного процесса (одновременном проявлении и фиксировании) пленка обрабатывалась в течение 1,3 сек при

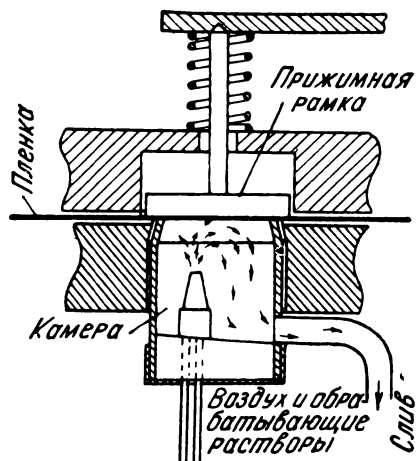


Рис. 9. Схема камеры для покадровой обработки пленки в струях растворов [6, 19]

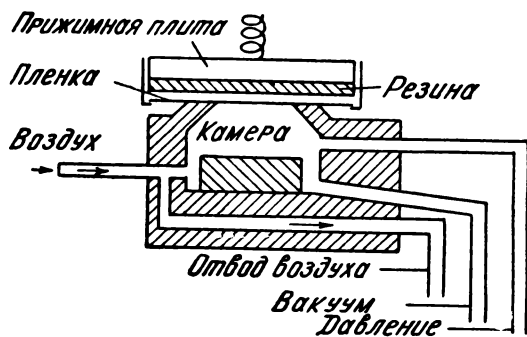


Рис. 10. Схема камеры КД-5 для покадровой обработки пленки [6]

60°С. При двухванном процессе (последовательном проявлении и фиксировании) продолжительность проявления при 82°С равна 1 сек, при 88°С — 0,6 сек, при 95°С — 0,2 сек.

С целью ускорения процесса в приборе Кельвина и Хьюза [6, 19] покадровая обработка пленки в камере проводится при подаче на пленку раствора в виде мелких струй (рис. 9), получаемых пропусканием через фокусировку смеси раствора и горячего воздуха. Таким способом на пленке «Ильфорд BV» изображение с оптической плотностью, равной 2, и коэффициентом контрастности 1,5 получается за 9—12 сек, при 35°С, при использовании проявителя с фенидоном и фиксировании в растворе роданистого аммония.

Схема покадровой обработки пленки в американском приборе КД-5 [6], показанная на рис. 10, предусматривает подачу и отбор из камеры обрабатывающих растворов с помощью насосов. При этом подача растворов в камеру проводится по соответствующим трубопроводам под давлением, а отбор раствора из камеры — под вакуумом. Продолжительность обработки пленки в рассматриваемом приборе — 2 сек для каждой операции (проявления, фиксирования, промывки). Когда экспонирование пленки происходит быстрее, чем ее обработка, в приборе необходимо иметь магазин (накопитель) для хранения экспонированной пленки до ее обработки.

#### 4. Обработка регистрирующих фотобумаг на горячем барабане или горячей металлической поверхности

Во многих случаях применения фотографического метода для регистрации различных штриховых изображений используемая регистрирующая фотобумага (осциллографная, электрокардиографная и др.) быстро обрабатывается благодаря прохождению ее по горячей металлической поверхности после экс-

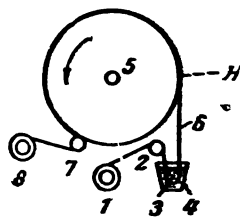


Рис. 11. Схема прибора для сверхбыстрой обработки осциллографной фотобумаги на горячем барабане [2, 20]

понирования и нанесу на нее проявляющего раствора без последующего фиксирования и промывки.

В показанной на рис. 11 схеме прибора для сверхбыстрой обработки 35-мм осциллографной фотобумаги «Кодак» на горячем барабане [2, 5, 20] вначале фотобумага 1 пропитывается холодным энергично действующим проявителем при прохождении ее со вспомогательного ролика 2 по ролику 3, находящемуся в кювете 4. Избыток нанесенного проявителя удаляется с фотобумаги резиновым ножом 6, и затем происходит экспонирование  $H$  и проявление изображения при прохождении фотобумаги по горячей поверхности барабана 5. За время прохождения по горячему барабану фотобумага успевает высохнуть, и, пройдя через направляющий ролик 7, сматывается на приемной бобине 8. Скорость прохождения фотобумаги по барабану зависит от ее сорта, размеров и скорости работы применяемого проявителя.

Отсутствие фиксирования и промывки делает получаемое изображение недостаточно стабильным при хранении. Однако если после использования дополнительно отфиксировать и промыть полученное изображение, то его можно сохранять, как и обычно обработанные светочувствительные материалы.

Описан и другой вариант быстрой одностадийной обработки на горячей металлической поверхности осциллографических записей на фотобумаге [21]. В схематически показанном на рис. 12 приборе фотобумага с бобины 1 по валику 2 поступает в осциллограф, в котором экспонируется перед объективом 3. После этого на эмульсионную сторону фотобумаги с помощью аппликатора 4 наносится проявляющий раствор толщиной несколько микронов. Фотобумага проходит по горячей изогнутой металлической поверхности 5, на которой она быстро проявляется, высыхает и поступает на направляющие валики 6. В рассмотренных условиях проявление фо-

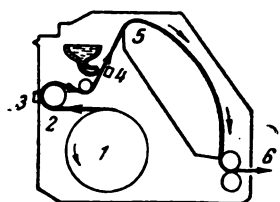


Рис. 12. Схема прибора для сверхбыстрой обработки регистрирующей фотобумаги на горячей металлической поверхности [21]

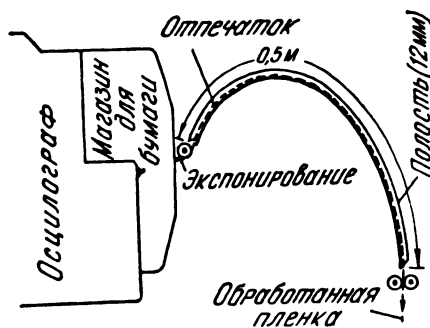


Рис. 13. Схема прибора для термического проявления регистрирующей фотобумаги «Кодак» типа 1549 [22]

тобумаги происходит за 0,05 сек, а весь путь от начала экспонирования до использования фотобумаги продолжается примерно 0,8 сек при скорости прохождения ее в приборе 60 см/сек.

Недавно описан простой прибор для быстрого сухого проявления на горячей металлической поверхности, новой регистрирующей фотобумаги «Кодак» типа 1549, содержащей в эмульсионном слое все компоненты, необходимые для проявления [22]. Лабораторная модель такого рода прибора, схематически показанная на рис. 13, представляет собой тепловую камеру, изолированную от внешней среды, за исключением щелей для поступления и выхода из нее обрабатываемой бумаги. Проявление, происходящее на горячей металлической поверхности за счет влаги, которая выделяется из фотобумаги при нагревании, заканчивается в течение нескольких секунд. Обрабатываемая бумага проходит через прибор и сначала выделяет необходимую для проявления влагу, поглощает ее, затем проявляется и высыхает, в результате чего проявление приостанавливается. Температура нижней металлической пластины прибора при обычных условиях проявления составляет около  $115^{\circ}\text{C}$ , при этом скорость передвижения фотобумаги в приборе равняется около 10 м/мин, что соответствует 10 сек нахождения бумаги в приборе. Перед пуском прибора в нем должно быть обработано около 1,7 м бумаги, чтобы в камере для проявления накопилось достаточное количество влаги. Можно также заранее ввести в камеру несколько капель воды, и в этом случае проявление начинается сразу после пуска прибора. Температура верхней крышки прибора поддерживается  $100^{\circ}\text{C}$  для предотвращения конденсации на ней влаги.

Рассмотренный прибор может использоваться и для быстрой термической обработки других фотографических материалов, содержащих проявляющие

вещества, в частности материалов, описанных Майером и Люром [23] и содержащих наряду с проявляющими веществами соединения, которые при нагревании выделяют органические основания в воду [5].

## 5. Применение пористых пластин и валиков для наноса растворов

Около десяти лет назад [24] был описан способ размножения документов путем печати и обработки фотографических слоев протиранием их пористыми материалами, которые пропитаны обрабатывающими растворами. Такая обработка фотографических слоев проводилась без промывки с применением стабилизации получаемого изображения. В дальнейшем пористые материалы были использованы другими авторами для обработки фотографических слоев в специальных приборах.

На рис. 14 показана схема покадровой обработки гленки при прохождении ее на небольшом расстоянии над пористыми пластинами, через которые под давлением подаются используемые растворы [25]. При этом вследствие небольшого расстояния между пористым материалом и обрабатываемой пленкой образуется мениск, который создает условия для ее равномерной обработки; избыток раствора собирается в канавке, окаймляющей устройство, и затем сливается в сборник для отработанных растворов. Продолжительность обработки пленки зависит от применяемого процесса и температуры. При  $55^{\circ}\text{C}$  продолжительность обработки сильнозадубленных осциллографических материалов в разных процессах составляет от 2 до 10 сек при разных скоростях продвижения материала. Приведены результаты сенситометрических испытаний пленок «Кодак»

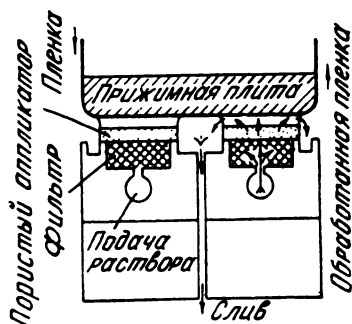


Рис. 14. Схема обработки пленки с подачей на нее обрабатывающих растворов под давлением через пористые пластины [6, 25]

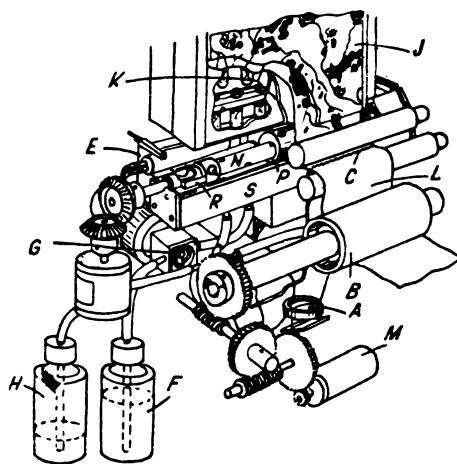


Рис. 15. Схематический вид прибора для экспонирования и быстрой однованной обработки 12,7-см пленки в радарной фотографии [6, 27]:

А — объектив; В — резиновый ведущий ролик; С — съемочная камера; D — обработка пленки; Е — термостат; F — сосуд для свежего проявляюще-фиксирующего раствора; G — нанос; H — сосуд для истощенного раствора; J — проекционная камера; K — фильтр; L — пленка; M — серводвигатель; N — полая трубка; P — фетр; Q — ворот; R — нейлоновая подставка; S — металлический блок

типа 264, «Анско», «Хиксен», «Дюпон» типа 931 и др.

Описана также [26] быстрая (в течение 5 сек) обработка пленок «Ильфорд В» и «Кодак» типа 264 и 265 при прохождении их над пористыми пластинами, через которые подается при  $55^{\circ}\text{C}$  проявитель (1,5 сек), фиксаж (0,5 сек), вода (1 сек) и воздух (2 сек при  $120^{\circ}\text{C}$ ).

Интересное устройство применяется для быстрой однованной обработки широкой пленки в радарной фотографии [5, 6, 27]. В данном устройстве проявляюще-фиксирующий раствор подается на пленку тонким слоем через радиальные отверстия пористого валика с образованием при этом мениска раствора между эмульсионным слоем пленки и валиком. Валик может быть из фетра, он закрывает щель подающей (распределительной) трубы, равномерно смачиваемую раствором. Поверхность пористой ткани наносящего валика расположена очень близко к непрерывно движущемуся эмульсионному слою пленки; зазор между наносящим валиком и пленкой 0,1—0,2 мм. В описываемом приборе (рис. 15) специальная сильнозадубленная пленка L из съемочной камеры С продвигается со скоростью 25 см/сек в обрабатывающую камеру D и затем в проекционную камеру J.



Камера обработки пленки С состоит из наносящего устройства и приспособления для термостатирования раствора Е, обеспечивающего обработку пленки при  $55^{\circ}\text{C}$ . Свежий проявляюще-фиксирующий раствор из сосуда F насосом G подается на термостатирование и затем в наносящее устройство для подачи на движущуюся пленку. Избыток использованного раствора счищается с пленки в сосуд Н. Когда пленка выходит из проекционного устройства, она полностью высыхает и наматывается на приемную бобину.

Изображение в рассматриваемом приборе проявляется до максимальной плотности в основном через 5 сек, фиксирование же заканчивается через 18 сек при  $55^{\circ}\text{C}$ . На обработку 15 м пленки шириной 12,7 см расходуется 0,5 л проявляюще-фиксирующего раствора.

## 6. Контактное проявление светочувствительных слоев с материалами, пропитанными обрабатывающими растворами, и применение прозрачных защитных пленок

Недавно американская фирма Рапроролл выпустила специальные пропитанные обрабатывающими растворами ленты, которые смотаны в рулоны и герметически упакованы [6, 28, 29]. Ленты предназначены для обработки фотографических слоев путем их контактирования в роликовом устройстве. Обрабатывающие растворы в этих лентах пропитывают пористую ткань со средним диаметром волокон 0,5—1 мк, которая склеена с непористой пластической основой. Указывается, что продолжительность обработки рулонных пленок «Кодак-Три Х», «Дюпон» типа 931 и др. тканями, пропитанными проявляюще-фиксирующими растворами, — около 1 мин при  $70^{\circ}\text{C}$ . При понижении температуры или изменении сорта обрабатываемого

материала продолжительность обработки увеличивается. Продолжительность обработки тонкослойных материалов может составлять 10 сек. Отмечено, что рассматриваемый процесс был описан еще в 1913 г., однако его техническое осуществление практически началось лишь в последнее время.

Способ Рапромастик прост, удобен и не требует сложного оборудования. В роликовом устройстве (рис. 16) пленка и лента «Рапроролл» контактируют благодаря прокатыванию их между рядом роликов. После определенного времени, необходимого для обработки данного фотографического материала, лента от него отделяется и сматывается на бобину. Указывается, что рассматриваемый способ может использоваться как для покадровой, так и для непрерывной обработки пленки. Продолжительность обработки зависит от сорта пленки, рецептуры используемых растворов и температуры. Обработанную пленку после удаления с нее остатков реактивов сушат обычным способом. Полученное изображение может сохраняться 30 дней. Фирма Рапроролл намеревается выпустить материалы, предназначенные для обычной двухванной обработки пленок. Сравнительные характеристические кривые пленок, обработанных обычным образом в проявителе Д-76 и в рассматриваемом процессе Рапроролл, показанные на рис. 17, относительно мало различаются между собой. При обработке пленки в процессе Рапроролл имеется несколько повышенная вуаль, несколько пониженная светочувствительность при примерно одинаковом коэффициенте контрастности.

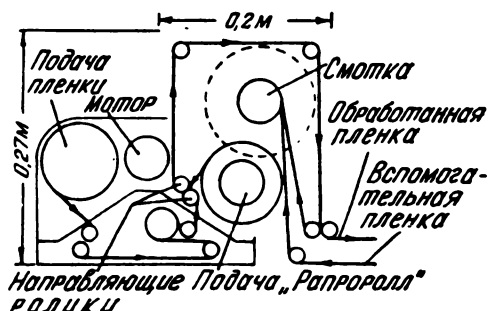


Рис. 16. Схема роликового устройства «Рапромастик» для обработки пленки путем контактирования ее с лентой, пропитанной обрабатывающим раствором [6,29]

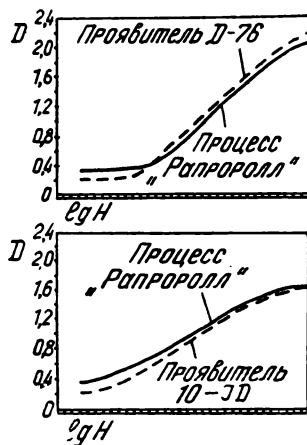


Рис. 17. Сравнительные характеристические кривые негативной пленки, обработанной обычным образом и путем контактирования в процессе «Рапроролл» [29]

Одним из вариантов рассматриваемого способа контактирования могут являться описанные в литературе процессы [6, 30], при которых вязкие обрабатываемые растворы (например, проявляюще-фиксирующие) предварительно наносятся на бесконечные ленты (ремни), которые затем контактируются с обрабатываемой пленкой на время, необходимое для ее обработки. После этого обработанная пленка покрывается защитной прозрачной лентой и готова для использования. Исползованный же вязкий раствор (паста) удаляется с ленты, и она снова употребляется для работы.

В приборе ЕН-33А, сконструированном американской фирмой Фэрчайлд (рис. 18) [6], на 70-мм пленку с помощью щелевого устройства наносится выскользящий проявляюще-фиксирующий раствор. По окончании обработки к пленке прикатывается тонкая прозрачная лента «Саран» (пластик), и полученное изображение готово. Прозрачная лента может быть затем удалена с пленки, которую можно промыть и высушить для обычного хранения. Указывается, что при применении в рассматриваемом способе проявляюще-фиксирующего раствора с феноном продолжительность обработки пленки «Ильфорд-BV» составляет при 32°С около 1 мин с достижением коэффициента контрастности, равного единице, и максимальной плотности — 2,5.

Аналогичный способ применяется той же фирмой Фэрчайлд для быстрой обработки 35-мм пленки [31]. Разработанное для этого простое и малогабаритное устройство может присоединяться непосредственно к съемочной камере, например типа «Аймо». Пленка в нем обрабатывается с той же скоростью, с которой она движется во время съемки с нормальной частотой кадра, а также может значительно (до 150 м/мин) превышать ее. Разработанный прибор — самый малогабаритный и легкий из всех существующих; весит он около 1,4 кг. Экспонированная пленка через щель в съемочной камере проходит в устройство для ее однованной обработки в густом вязком проявляюще-фиксирующем растворе «Сиксотрол», который из тюбика наносится тонким слоем на пленку, после чего прикатывается про-

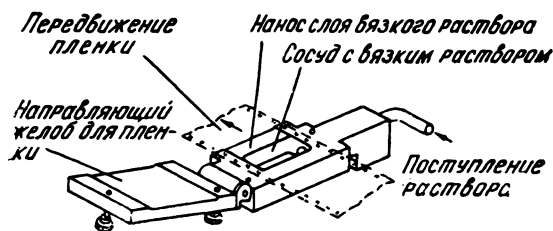


Рис. 18. Щелевое устройство для нанесения вязкого проявляюще-фиксирующего раствора на 70-мм пленку [6]

зрачная пленка «Саран». Получаемое таким способом (в пределах секунды) изображение может быть пригодно для проекции. Если в дальнейшем изображение потребуется для архивного хранения, с него можно снять прозрачную пленку «Саран» и удалить промывкой вязкий раствор. Отмечены большие возможности разработанного процесса и прибора при съемке хроникальных фильмов, в телевидении, аэрофотосъемке и др.

\* \* \*

В заключение следует указать, что в литературе, особенно в патентной, в последнее время появилось описание и многих других процессов и устройств для быстрой и сверхбыстрой обработки различных сортов фотографических материалов и получения изображения для различных целей. Оригинален процесс обработки светочувствительных слоев в пене растворов [32], характеризующийся минимальным расходом обрабатываемых растворов без излишнего набухания эмульсионного слоя. Для образования проявляющей пены, содержащей 2—30 объемных процентов жидкости, применяется раствор, содержащий 1,2% гидрохинона, 0,3% метола, 4,5% сульфита натрия и 0,01÷1% натриевой соли додецилсульфоокислоты, позволяющей находиться пене в контакте со слоем в течение 1÷5 сек. Описан специальный прибор для нанесения пены на обрабатываемый материал; после удаления избытка проявляющей пены на слой наносится пена с тиомочвиной и поверхностно-активными веществами. Для обработки листовых светочувствительных материалов представляет интерес транспортирующее устройство [33], состоящее из пары бесконечных лент из пенопластика шириной 15 см, склеенных с пленочной основой и движущихся между последовательно расположенными парами роликов. Следует также отметить применение в настоящее время для разных целей и принципиально иных способов получения фотографических изображений, к которым относятся различные варианты диффузионных, бессеребряных, электрофотографических и термографических процессов, светочувствительные полимеры, магнитная, электростатическая и термопластическая запись изображений, требующих специального рассмотрения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ives C., Kunz C., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1950, 55, 3—26.
2. Лаврентьев В. И., Техника обработки рулонных светочувствительных материалов, гл. VII, Гос. изд. оборонной промышленности, 1957.
3. Tourner J., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1959, 63, № 4, 211—221.
4. Photo Methods for Industr., 1959, Febr., 32—35, 72.

5. Мархилевич К. И., Шеберстов В. И., Кириллов Н. И., Масленкова М. Г., гл. I и II в сборнике «Современное развитие фотографических процессов», изд-во «Искусство», 1960.
6. Hersch S., Smith F., Phot. Sci. Engrng., 1961, 5, № 1, 48—54.
7. Caprellan F., Photo Methods for Industr., 1961, 4, № 1, 50—53; Phot. Sci. Engrng., 1961, 5, № 2.
8. Whitmor R., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1957, 66, № 4, 184—197; реф., Техника кино и телевидения, 1957, № 11, 87—88.
9. Lewis E., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1957, 66, № 7, 419—421; реф., Техника кино и телевидения, 1958, № 1, 87.
10. Turner J., Jensen E., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1956, 65, № 2, 92—96.
11. Залуйский Б., Техника кино и телевидения, 1958, № 10, 36—46; 1960, № 5, стр. 44—51.
12. Блюмберг И. Е., Иванова В. Г., Карпова Л. И. и др., Техника кино и телевидения, 1960, № 11, стр. 14—19.
13. Кириллов Н. И., Теория непрерывных процессов обработки светочувствительных материалов, Госкиноиздат, 1948.
14. Блюмберг И. Б., Технология обработки кинофото-материалов, изд-во «Искусство», 1957.
15. Cummins G., Turner J., Wilson R., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1961, 70, № 11, 875—877; реф., Техника кино и телевидения, 1962, № 7, 91—92.
16. Herpin P., Lowry H., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1961, 70, № 11, 878—881; реф., Техника кино и телевидения, 1962, № 7, стр. 91—92.
17. Tuttle C., Brown F., Journ. Soc. Mot. Pict. Tel. Engrng., 1950, 54, № 2, 149—160; Phot. Engrng., 1952, 3, № 2, 65—67.
18. Orlando C., Phot. Sci. and Engrng., 1958, 2, № 3, 144—147; пат. США, № 2856829, 21. X. 1958.
19. Smith C., Townly E., Journ. Phot. Sci., 1959, 7, 55.
20. Levenson G., Journ. Sci. Instr., 1950, 27, № 6, 170—172, 1951, 28, 318.
21. Jacobs H., Phot. Sci. and Engrng., 1958, 1, № 4, 156—160.
22. Stewart P., Bornmann I., Kendall J., Phot. Sci. and Engrng., 1961, 5, № 2, 113—114.
23. Meyer K., Lühr F., Bild und Ton, 1958, 11, № 3, 62—63.
24. Rudd R. G., Phot. Sci. Techn., 1954, 1, № 1, 9—12, реф. Химия и химическая технология, 1955, № 3, 62—63.
25. Mason R. P., Phot. Sci. and Engrng., 1961, 5, № 2, 79—86.
26. Lohse K. H., Sholnth M., Phot. Sci. and Engrng., 1961, 5, № 3, 149—153.
27. Seymour E. D., Phot. Sci. and Engrng., 1958, 2, № 2, 91.
28. Controll Engrng., 1960, № 4.
29. Schreck S., Phot. Sci. and Engrng., 1960, 4, № 5, 298—299.
30. Пат. США № 2759825, 21. VIII. 1956.
31. Henri O., Americ. Cinematogr., 1958, 39, № 8, 494, 514.
32. Tregillus L., (Eastman Kodak Co), пат. США № 2860977, 18. XI 1958.
33. Blachert J., Sternsher C., Phot. Sci. and Engrng., 1962, 6, № 2, 102—103.

## Съемка и проекция кинофильмов

778.534.83

Общий обзор техники высокоскоростной киносъемки и фотографирования, Дж. Ланн, JSMPTE, 1962, 71, № 12, 915—920.

Автор дает классификацию систем фотографирования и киносъемки:

### Фотографирование

Длительные выдержки	больше 1 сек.
Нормальное . . . . .	от 1 до $10^{-3}$ сек.
Высокоскоростное . . . . .	меньше $10^{-3}$ сек.
А. С открытым затвором и световым импульсом . . . . .	от $10^{-3}$ до $10^{-6}$ сек.
Б. С взрывающимся затвором . . . . .	около $10^{-5}$ сек.
В. С использованием эффекта Фарадея . . . . .	около $10^{-6}$ сек.
Г. С использованием эффекта Керра . . . . .	от $10^{-5}$ до $10^{-8}$ сек.
Д. С использованием ЭОП . . . . .	от $10^{-3}$ до $10^{-9}$ сек.

### Киносъемка

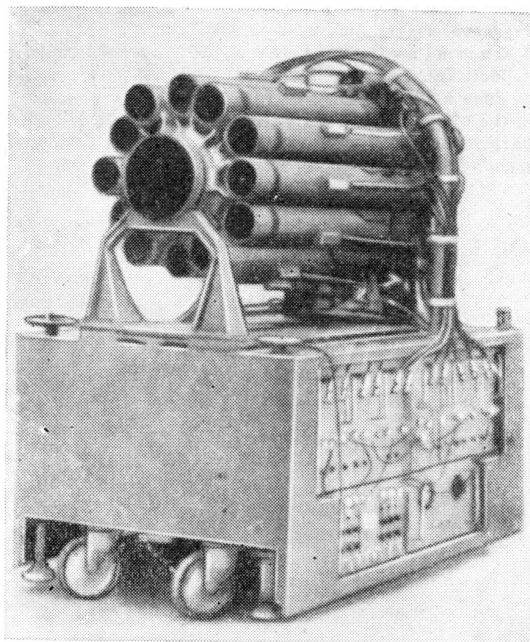
Покадровая замедленная (пейтрафер) . . . . .	не быстрее 1 кадр/сек.
Нормальная . . . . .	от 10 до 50 кадр/сек.
Ускоренная . . . . .	от 100 до 500 кадр/сек.
Скоростная . . . . .	от 1000 до 40 000 кадр/сек.
Высокоскоростная . . . . .	выше 10 000 кадр/сек.
А. С вращающимся зеркалом.	
Б. С членением изображения.	
В. Система А с затвором Керра.	
Г. С ЭОПом.	
Д. С несколькими одиночными фотоаппаратами.	

Изложены некоторые особенности перечисленных систем, и приведены данные о возможных и уже достигнутых выдержках. Описан принцип высокоскоростной фоторегистрации, причем указывается, что наивысшее временное разрешение, достигнутое за рубежом, составляет  $10^{-3}$  сек; здесь же указано, что в Советском Союзе (Бутслов и др.) добились более высокого разрешения —  $10^{-11}$  сек.

В заключительной части статьи автор разъясняет понятие «информационное содержание изображения», выражаемое для камер с вращающимся зеркалом известной формулой

$$fnB = \frac{4v}{\lambda},$$

где  $f$  — частота съемки в кадрах в секунду,  $n$  — разрешающая способность в линиях на миллиметр,  $B$  — высота кадра в миллиметрах,  $v$  — периферийная скорость зеркала в метрах в секунду и  $\lambda$  — длина световой волны в метрах.



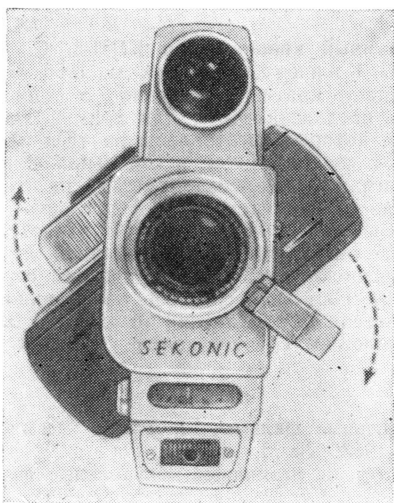
Назван произведение  $fnB$  коэффициентом добротности камеры, автор определяет этот коэффициент для всех основных видов камер, построенных на различных принципах. Навысшим ( $1,25 \cdot 10^{11}$ ) этот коэффициент оказывается для камеры Сейкс и Чиппендейл с ЭОПом, позволяющей снимать с частотой  $5 \times 10^8$  кадр/сек. Примерно на порядок величин менее добротной является 12-канальная камера с ячейками Керра AWRE, применяемая для исследования явлений взрывов и показанная на рисунке.

В. П.

778.531

Новая 8-мм киносъемочная камера, Brit. Journ. of Photography, 1963, 110, № 5350, IV.

Сообщается о выпуске новой любительской кино-



съемочной камеры «Секоник-100» для стандартной пленки  $2 \times 8$  мм. В этой камере (см. рисунок) для ускорения процесса перезарядки после окончания съемки одной половины ролика пленки не нужно открывать корпус, снимать катушку, поворачивать ее и устанавливать в рабочее положение. Все эти операции заменены простым поворачиванием задней части корпуса, в результате чего катушки меняются местами и камера немедленно подготавливается к продолжению съемки. При этом устраняется засветка одного из концов ролика и снимается возможность дополнительного вуалирования всего ролика; достигается также значительная экономия пленки при одновременном сохранении максимальной простоты зарядки камеры.

Камера имеет автоматический регулятор экспозиции с кадмиево-сульфидным фотоспротивлением, снабжена зеркальным визиром и объективом с переменным фокусным расстоянием от 11,5 до 32 мм с относительным отверстием 1 : 1,8.

**В. П.**

778.534.83

**Состояние практики высокоскоростной киносъемки,**  
У. Хайзер, JSMPTЕ, 1962, 71, № 12, 911—914.

Приведены результаты обследования способов и условий применения высокоскоростной киносъемки в государственных и промышленных предприятиях США. Обследование проводилось с 1960 г. до начала 1962 г. Вопросник был разослан по 5000 адресам; получены и подвергнуты анализу 764 ответа.

Результаты анализа показывают, что наибольшее применение методы высокоскоростной киносъемки находят в научно-исследовательской работе; на втором месте в государственных предприятиях стоит применение этих методов при испытании изделий, а в предприятиях фирм — при разработке изделий.

По областям науки и техники в государственных предприятиях в наибольшей, почти равной степени высокоскоростная киносъемка применяется при исследовании явлений баллистики, анализе работы механизмов и изучении явлений взрывов. В предприятиях фирм в громадном большинстве случаев съемка применяется при анализе работы механизмов;

далее идут применения при исследованиях потоков жидкостей и явлений взрывов.

Наиболее часто применяется частота съемки 1300 кадр/сек; около 90% случаев применения относится к диапазону частоты съемки от 130 до 13 000 кадр/сек. В менее чем 50% случаев интервал съемочных частот (отношение максимальной к минимальной используемой частоте), используемых одним потребителем, превышает 1,5 порядка величин; типичный потребитель работает с интервалом частот не более чем 30 : 1. Среднее число кадров, необходимых для регистрации исследуемых процессов и явлений, составляет 400, причем в 90% случаев 400 кадров являются достаточными. Количественной расшифровке при помощи дешифраторов подвергается в среднем 83 кадра; для 90% потребителей достаточной оказывается расшифровка 1000 кадров.

В большинстве случаев применяется 16-мм киносъемка. В одной государственной лаборатории этой пленки потребляется в среднем 2800 м в год и в лаборатории фирмы — 1100 м.

Цветная пленка используется примерно в 25% случаев. Обратимая и негативная черно-белые пленки используются примерно одинаково.

Лаборатории фирм обрабатывают свои пленки в большинстве случаев в коммерческих специализированных лабораториях, а государственные предприятия чаще пользуются переносными проявочными приборами и собственными лабораторными проявочными машинами.

В более чем 50% случаев для освещения используются лампы накаливания; однако государственные предприятия довольно часто ведут съемки при солнечном освещении.

Экспозиция определяется фотоэлектрическими экспонометрами примерно в два раза чаще, чем при помощи проб.

22% потребителей не встречают затруднений при съемках; около 20% выражают недовольство недостаточной четкостью изображения и столько же недостатком света; 15% испытывают затруднения с синхронизацией.

**В. П.**

778.623.543

**Оптическая система для измерения скорости,**  
Г. Близард Мл., JSMPTЕ, 1962, 71, № 12, 925—926.

Данная система является развитием ранее описанной, в которой производилась регистрация снаряда или подобного ему элемента, пролетающего по трубе, которая снабжена двумя щелями. Лучи света, проходящие сквозь щели, отражаясь от четырех зеркал с наружным покрытием, попадают на пленку фоторегистратора, где положение снаряда запечатлеваются в виде теневых картин на двух смежных «дорожках» рядом с отметками времени.

В описываемой в настоящей статье установке система зеркал, которая подвержена вибрации и характеризуется относительно большими потерями, заменена системой призм (54 мм), отбрасывающих свет на два зеркала с наружным покрытием, направляющих лучи на объектив фоторегистратора.

В качестве фоторегистратора применяется скоростная 16-мм киносъемочная камера «Фастакс» без компенсационной призмы. Неоновая лампа метрика времени получает питание от генератора с частотой 1000 гц.

**В. П.**

778.3

**Эвапорография**, Г. П. Фаерман, В. Н. Синцов, К. Б. Попова, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 11, 27—34.

Указано, что обычный фотографический или иной аналогичный процесс, способный аккумулировать действие излучения, невозможен для длин волн, больших 2 мк, так как темновые реакции будут мешать появлению изображения.

Описан процесс (эвапорография), позволяющий получать фотографические изображения в инфракрасной области спектра принципиально при любых длинах волн.

Рассмотрены: физические основы и история метода; устройство и действие макета эвапорографа; определение температур с помощью эвапорографа.

Г. И.

778.53

**Киноаппарат «Кварц-1» — полуавтомат**, И. В. Штрапих, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 12, 42—44.

Дано описание полуавтоматического устройства, смонтированного в киноаппарат «Кварц-1», сконструированного на базе компактного гальванометра и фотоэлемента от экспонометра «Ленинград-2».

Приведены внутренний вид системы полуавтоматики и ее кинематическая схема.

Г. И.

778.55+778.534.16

**Панорамный кинопроектор КПП-3**, С. Верлинский, Л. Кирнос, Киномеханик, 1963, № 2, 25—27.

Приведены краткие сведения о кинопроекторе КПП-3, предназначенном для показа панорамных фильмов, которые изготовлены на трех 35-мм киноплёнках с изображением, и отдельной киноплёнки с фонограммами, воспроизводимыми на специальном синхронно работающем фильмфонографе.

Особенностью аппарата КПП-3 является наличие в нем источника света в виде мощной угольной высокоинтенсивной дуги с эллиптическим отражателем  $\varnothing 450$  мм. Полезный световой поток кинопроектора с этим источником света при объективе с относительным отверстием 1:2 составляет 15 000 лм.

Г. И.

778.588

**Контрольные фильмы**, Л. Тарасенко, Киномеханик, 1963, № 1, 30—35.

Рассмотрены различные контрольные фильмы, выпускаемые в СССР и в других странах. Иллюстрируются следующие кадры контрольных фильмов: кинопроекторных фильмов НИКФИ и для проверки разрешающей способности киноизображения; фильмов Общества киноинженеров США для 16-, 35- и 70-мм киноплёнок; кинопроекторных немецких 35-мм тест-фильмов (ДИН 15 506); чехословацкого 35-мм широкоэкранного контрольного фильма «ВУЗОРТ».

Г. И.

## Телевидение

621.397.383.7

**Высококочувствительные передающие телевизионные трубки**, Д. Маршка, Signal, 1962, 16, № 11, 51—54.

Подытоживаются разработки американской фирмой Радио Корпорейшн передающих трубок на базе вакуумного сочленения электрооптического преобразователя и суперорбитона.

В 1957 г. создана трубка С73477. Ее однокаскадный ЭОП имеет электростатическую фокусирующую систему тетродного типа, сурьмяно-цезиевый фотокатод и алюминированный экран Р11 из сернистого цинка, активированного серебром; коэффициент усиления лежит в пределах  $20 \div 30$ . Фотокатод в секции переноса электронного изображения — многослойный, пленка мишени из высокоомного стекла ( $10^{12}$  Ом·см). При освещенности на входном фотокатодe  $10^{-6}$  лк передается изображение с четкостью  $75 \div 100$  лин, отношение сигнал/шум, равное единице, получается в полосе частот 2 МГц.

Трубка С74036 — с двухкаскадным ЭОПом электростатического типа. Изображение с четкостью 100 лин на этой трубке может быть получено при освещенности  $10^{-6}$  лк, единичное отношение сигнал/шум при освещенности  $10^{-6}$  лк обеспечивается при полосе 8 МГц.

Следующий прибор — С74093 — отличается переходом на триодную систему фокусировки в ЭОПе (благодаря которой уменьшается ограничение четкости при повышенных освещенностях) и применением тонкопленочной мишени из окиси магния в накапливающем узле. При одном каскаде усиления характеристики этой трубки близки к характеристикам предыдущей.

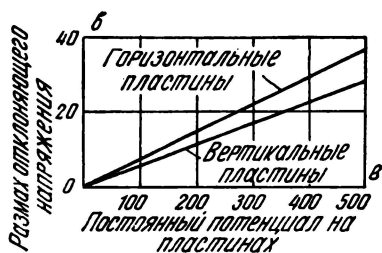
Принципиально отличается от первых трех приборов С74060, секция считывания которого работает по так называемому изоконному принципу, позволяющему достичь значительно лучшего отношения сигнал/шум в широком диапазоне слабых освещенностей. Дальнейшее усовершенствование сочлененных приборов предусматривает сокращение их габаритов за счет секции считывания.

И. М.

621.383.74

**Электростатический видикон**, Р. Дойль, IRE Internat. Convent. Record, 1962, 10, № 3, 185—195.

25-мм электростатический видикон фирмы Вестингауз выпускается в двух вариантах обычном (WX-4306) и механически прочном, удовлетворяющем требованиям космической аппаратуры (WX-4871). Оба прибора имеют одинаковый прожек-



тор триодного типа с 3-электродной фокусирующей линзой. Отклонение создается двумя парами разнесенных по длине отклоняющих пластин обычного типа. Для торможения пучка перед мишенью и обеспечения ортогонального подхода медленных электронов к фотослою между пластинами и мишенью введена специальная коллимационная линза. Повышение прочности достигнуто изменением крепления электродов, причем особое внимание уделено креплению выравнивающей сетки, колебания которой создают вибропомеху на изображении. Кроме того, трубки WX-4871 проходят дополнительный цикл отборочных испытаний по специально разработанным методикам.

Основным преимуществом новых трубок является высокая экономичность как по питанию электродов, так и по расходу мощности на развертки. Накал потребляет всего 0,945 вт, причем дальнейшее уменьшение при сохранении виброустойчивости считается затруднительным. Чувствительность к отклонению показана на рисунке; в рабочем режиме на полное отклонение пучка при размере раstra на мишени  $9 \times 12$  мм требуется 20—22 в. Все электроды электростатической трубки могут питаться от одного делителя напряжения; при этом резко облегчаются требования к стабильности источника питания. Изменение напряжения на 30 в вызывает дефокусировку всего на 10—20 лин, что очень важно для безоператорной работы трубок.

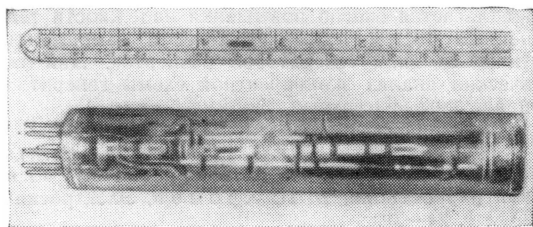
Электростатические видиконы предполагается широко применять в телевизионной аппаратуре спутников Земли.

И. М.

621.383.74

**Видикон для транзисторных телевизионных камер,** Electronics, 1962, 37, № 31, 44.

Американская фирма Радио Корпорейшн рекламирует разработанный в последнее время видикон нового типа — с электростатической фокусировкой и магнитным отклонением считывающего пучка медленных электронов (см. рисунок). Трубка сочетает преимущества стандартных и электростатических видиконов. По сравнению с электростатическими видиконами (которые пока обладают недостаточной чувствительностью к отклонению) переход на магнит-



ное отклонение не только резко упрощает и удешевляет трубку, но и обеспечивает лучшую равномерность фокусировки по площади мишени; одновременно уменьшаются геометрические искажения изображений. С другой стороны, отсутствие фокусирующей катушки делает камеры на новой трубке очень легкими и компактными. Видикон RCA8134 имеет высокоэффективную катодную систему и обеспечивает большую экономию мощности на накал. Применение в нем специального фоточувствительного слоя гарантирует высокую чувствительность при малой инерционности. На трубке 8134 фирма Hallatone Electr. создала транзисторную камеру 203 мм в длину и 63,5 мм в диаметре. В 1962 г. эта камера с большим успехом была применена на искусственном спутнике Земли «Эхо-2».

И. М.

621.385.832

**Устройство для записи, длительного хранения и передачи телевизионных изображений,** Б. Миллер, Aviation Week, 1962, 77, № 10, 59—62.

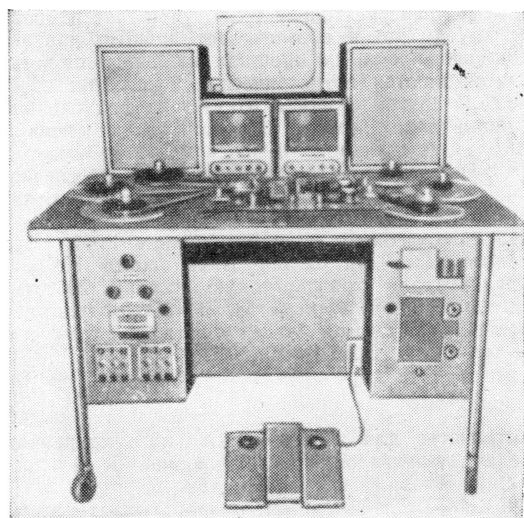
Фирма Electro Radiotone разрабатывает фотоэлектронное устройство для замены обычных передающих трубок в телевизионных камерах космических кораблей. Основным элементом этого устройства является безвакуумный преобразователь — пленка фотополупроводника и монокристалл сегнетодиэлектрика, заключенные между полупрозрачными проводящими электродами. Фотополупроводник выполняет функции светочувствительного элемента, сегнетодиэлектрик служит для хранения информации, один из проводящих электродов используется в качестве сигнальной пластины. При проецировании светового изображения на фотополупроводник сопротивление последнего локально уменьшается пропорционально распределению освещенностей на объекте. Одновременно с освещением на преобразователь подается импульс напряжения, который создает изменение поляризации сегнетодиэлектрика, пропорциональное распределению сопротивлений в светочувствительном слое. Заряд на сегнетодиэлектрике может сохраняться значительное время. Для считывания на преобразователь подается импульс напряжения противоположного знака, и одновременно сегнетодиэлектрик последовательно элемент за элементом освещается бегущим световым лучом. Освещение меняет поляризацию, и это изменение заряда в освещенной точке вызывает протекание тока в цепи сигнальной пластины — в результате на нагрузке выделяется видеосигнал. В процессе поэлементного считывания сегнетодиэлектрик возвращается в исходное состояние, и устройство пригодно для записи следующего кадра изображения. Разработанный вариант устройства имеет 40 элементов на 1 см и может работать при освещенности 1 лк и менее. Время экспозиции составляет 0,025—0,1 сек в зависимости от освещенности. В 1963 г. намечено закончить разработку второго варианта, содержащего  $400 \times 400$  элементов и совмещенного с развертывающей электролюминесцентной матрицей, заменяющей трубку бегущего луча.

И. М.

778.582:621.397.617

**Электронный монтаж кинофильма,** Г. Кёбнер, American Cinematographer, 1962, 43, № 12, 730, 752—754.

Описывается звукомонтажный стол «Теледуо» фирмы Штеенбек (ФРГ), позволяющий осуществлять



быстрый монтаж, просмотр и передачу по телевидению смонтированного 16-мм фильма без разрезания рулонов и склейки кусков между собой. Монтаж и передача могут производиться непосредственно с негатива.

Лентопротяжный механизм звукомонтажного стола синхронно транспортирует пленки из трех рулонов (два с изображением и один с магнитной фонограммой). Возможен прямой и обратный ход пленок с переменной скоростью. При необходимости каждый рулон может транспортироваться вручную независимо от других. С помощью призм изображения с каждого рулона проецируются на видиконы двух телевизионных камер и воспроизводятся на экранах двух мониторов (см. рисунок). Третий (верхний) экран служит для воспроизведения изображения, выбранного монтажером. Выбор осуществляется нажатием одной из двух кнопок. После окончания монтажа рулоны перематываются на начало и при повторном пропуске через лентопротяжный механизм автоматически воспроизводят на третьем телевизионном экране изображение полностью смонтированного фильма. Если фильм оказался смонтированным правильно, то возможна его немедленная передача по телевидению (в случае использования для монтажа негатива передача ведется с «электронным обращением») или разрезка рулонов для обычного монтажа.

В основе принципа, использованного в звукомонтажном столе «Теледуо», лежит запись на магнитную ленту сигналов переключения входа третьего монитора одновременно с нажатием кнопки выбора изображения. Запись ведется на две дорожки — по одной для каждого рулона. Записанные сигналы служат датчиками для автоматического выбора изображения при воспроизведении фильма, а также для автоматической остановки пленок в местах, подлежащих разрезке перед обычным монтажом.

Л. Т.

621.397.642

К вопросу о расчете схемы частотного демодулятора, И. Н. Денисенко, Ф. Д. Межов, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 3—11.

Дан анализ схемы частотного демодулятора с линией задержки, предназначенного для работы в системе записи телевизионного изображения на магнитную ленту. Рассчитана статическая характеристика демодулятора, и найдена связь между крутизной преобразования, временем задержки и девиацией частоты. Рассмотрен вопрос о возможности повышения эффективности работы устройства путем увеличения времени задержки длинной линией, а также увеличения входного сопротивления моста демодулятора.

В. В.

621.397.001

Контраст мелких деталей изображения, воспроизводимого телевизионными приемными трубками, В. С. Гдалин, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 12—21.

Исследованы причины, определяющие падение контраста мелких деталей в приемных трубках. Предложен метод измерения мелких деталей изображения, использующий объективные характеристики нашего зрения. Указано, что измерение, проведенное данным методом, занимает для одной трубки не более 10—15 мин и что метод обеспечивает хорошую воспроизводимость результатов при точности измерения порядка  $\pm 10\%$ .

В. В.

621.373.431.2

Экономичный выходной каскад генератора пилообразного тока с коррекцией нелинейности на полупроводниковых приборах, А. М. Лицкевич, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 37—44.

Описана схема экономичного выходного каскада генератора пилообразного тока с коррекцией нелинейности, в котором значительная часть энергии, накапливаемой в магнитном поле катушек за время обратного хода, возвращается обратно в источник питания. Дан анализ схемы, и выведены расчетные формулы каскада.

В. В.

621.373.431.2

Методы повышения стабильности генераторов пилообразного напряжения с отрицательной обратной связью, А. С. Борисов, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 45—56.

Рассмотрена возможность уменьшения влияния изменений питающих напряжений на стабильность синхронизированных генераторов пилообразного напряжения с емкостной обратной связью. Даны рекомендации для построения схем генераторов.

В. В.

621.373.431.2

Самостабилизирующиеся генераторы пилообразного напряжения, В. А. Барамидзе, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 57—70.

Предлагается способ повышения надежности телевизионных систем путем применения самостабилизирующихся схем генераторов разверток. Дан теоретический анализ эквивалентной схемы генератора, и приведены расчетные формулы.

В. В.

621.397.613

Воспроизведение мелких деталей в системе электронной рипроекции, Б. П. Хромой, Электросвязь, 1963, № 1, 24—30.



Исследовано влияние апертурных искажений на воспроизведение мелких деталей в системе электронной рирпроекции. Определены условия правильного воспроизведения группы мелких деталей. Рассмотрено влияние процесса сужения импульсов силуэтного сигнала на воспроизведение мелких деталей. Показана целесообразность разработки новых схем укорочения импульсов силуэтного сигнала, в которых не было бы потери полезной информации о силуэте мелких деталей изображения переднего плана.

В. В.

621.397.232.6

**О синхронном приеме телевизионного сигнала с подавленной несущей**, В. М. Лемни-Македон, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 71—81.

Рассмотрен метод синхронного приема телевизионного сигнала с подавленной несущей. Приведены блок-схема синхронного приемника, схемы синхронных детекторов, схема управляемого кварцевого генератора. Рассчитаны коэффициенты передачи для различных схем синхронных детекторов.

В. В.

621.316.722.1:621.385

**Электрические параметры некоторых схем электронных стабилизаторов напряжения**, И. В. Беляева, Г. И. Зарубов, Вопросы электроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 92—99.

Рассмотрены электронные стабилизаторы напряжения двух типов: 1) с однокаскадным усилителем на пентоде, 2) с двухкаскадным усилителем и катодной компенсацией на двух двойных триодах. Отмечается простота и экономичность схемы с однокаскадным усилителем. Указано, что электрические параметры, которые обеспечивает первая схема, удовлетворяют требованиям большинства потребите-

лей радиоэлектронной аппаратуры. Указано также, что схема с двухкаскадным усилителем имеет неоспоримые преимущества по электрическим параметрам по сравнению со всеми другими схемами.

В. В.

621.383.7

**К теории двухслойных мишеней телевизионных передающих трубок**, С. И. Кочергин, В. М. Любин, И. Я. Магид, И. К. Малахов, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 100—108.

Рассмотрен механизм формирования потенциального рельефа на поверхности двухслойной мишени передающей трубки. Оценена длительность отдельных циклов работы мишени, и приведены формулы для расчета зависимости величины потенциального рельефа от параметров слоев и времени экспозиции светового изображения. Дана оценка перспективы использования низкоомных фотопроводящих материалов.

В. В.

621.383.73

**Удельная разрешающая способность мишени суперорторикона**, И. Я. Магид, Вопросы радиоэлектроники, сер. IX, Техника телевидения, вып. 5, 1962, 109—114.

Предложен метод расчета удельной разрешающей способности мишени суперорторикона с учетом того, что накопление зарядов происходит непрерывно и линейно. Отмечено, что в данной работе учитывается одновременное влияние на разрешающую способность растекания зарядов по мишени и несоответствие формы потенциального и зарядного рельефов. Рассмотрены возможности увеличения удельной разрешающей способности мишени суперорторикона.

В. В.

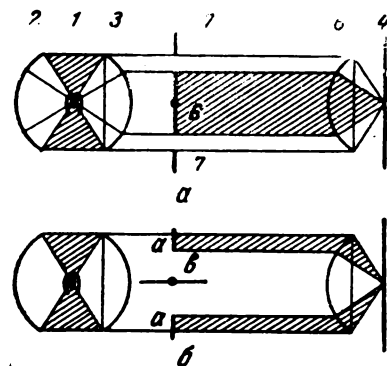
## Запись и воспроизведение звука

778.534.45

**Стандартизация негатива и позитива фонограммы**, Ф. Д. Элбин, JSMPTE, 1962, 71, № 11, 846—850.

Предлагается разработать и внедрить в практику «Стандартный негативный контрольный фильм» и «Стандартный позитивный контрольный фильм», параметры которых обеспечивали бы минимальные интермодуляционные искажения при стандартизации плотности 1,25. Записывающая аппаратура регулируется при этом таким образом, чтобы полученные негативы имели характеристики, аналогичные характеристикам «стандартного негатива»; аппаратура же позитивной печати регулируется при помощи «стандартного негатива» до получения отпечатков стандартной плотности и минимальных искажений. Предлагаемый метод позволит осуществлять обмен негативами фонограмм без проведения дополнительных исследований. Для изменения коэффициента контрастности в аппаратуре позитивной печати предлагается оптическая система, показанная на рисунке.

Световой поток лампы 1, расположенной между зеркалом 2 и конденсором 3, фокусируется на пленке 4 линзой 5. На пути светового потока помещены ири-



совая диафрагма 7 и диск 6. Если центральная часть светового потока перекрыта непрозрачным диском 4 (а), то на пленку попадает широкий пучок лучей; контраст при этом уменьшается. Для увеличения контраста ирисовой диафрагмой срезают наружную часть светового пучка, диск 4 поворачивается, пропуская контрольную часть пучка (б). Сужение светового пучка приводит к увеличению контраста. Соответствующим выбором размеров диска и диафрагмы обеспечивается постоянство светового потока по величине. В дискуссии по предложению подтвердилась возможность стандартизации негативов. Указывается, что на студиях Коламбия Пикчерс Корп. уже применяется система стандартных негативов.

О. Ж.

534.6:21.395.623.7

**Метод испытания громкоговорителей шумовым сигналом**, Э. Вилчер, *Journ. Audio Eng. Soc.*, 1962, 10, № 4, 306—309.

Наиболее точная оценка качества работы громкоговорителя может быть получена при субъективных испытаниях, при которых звучание громкоговорителя, воспроизводящего запись естественного источника звука, например струнного ансамбля, сравнивается непосредственно со звучанием самого источника. Предложен метод, при котором в качестве естественного источника звука используется генератор шума. Для проведения испытаний белый шум усиливается и подается на эталонный громкоговоритель, установленный в заглушенной камере. Напряжения белого шума записывается при этом на первую дорожку двухдорожечного магнитофона; на вторую дорожку записывается сигнал с микрофона, установленного в заглушенной камере. При испытаниях в комнате прослушивания устанавливаются эталонный и испытуемый громкоговорители, причем на эталонный громкоговоритель подается напряжение с первой дорожки, а на испытуемый — со второй. Если испытуемый громкоговоритель не вносит никаких искажений, то оба громкоговорителя будут звучать одинаково. Эталонный громкоговоритель может иметь произвольную частотную характеристику, однако для повышения точности измерений в качестве эталонного необходимо использовать высококачественный громкоговоритель. Акустические условия комнаты прослушивания не имеют особого значения, так как оба сравниваемых громкоговорителя работают в одинаковых условиях, заглушенная же камера должна быть очень хорошей, так как даже небольшая реверберация будет создавать заметную разницу в звучаниях. Весьма важно также размещение микрофона относительно эталонного громкоговорителя; звуковое давление в точке установки микрофона должно примерно соответствовать полной звуковой энергии, излучаемой громкоговорителем. Частотные характеристики каналов магнитофона не должны отличаться более чем на 0,5 дБ на любой частоте, форма частотной характеристики особого значения не имеет. Уровни звучания при сравнительном прослушивании должны быть одинаковыми. Практически уровень громкости одного из громкоговорителей регулируется до получения минимальной разницы в звучаниях, определяемой наличием искажений. Проведенные испытания показали высокую чувствительность метода. При хорошем испытуемом громкоговорителе сигналы мало отличаются на слух, при плохом — кажется, что на громкоговорители подаются совершенно разные шумовые сигна-

лы. При испытаниях вместо генератора шума использовались и музыкальные фонограммы; точность метода при этом снижалась.

О. Ж.

681.846.7:778.534.48

**Портативные магнитофоны для синхронной записи звука**, Дж. Генри, *American Cinematographer*, 1962, 43, № 12, 738, 744, 746.

Отмечается все более частое использование на киностудиях Голливуда портативных магнитофонов и неперфорированной магнитной ленты для записи звука при синхронных кино съемках. Описаны новые швейцарские портативные магнитофоны: «Стеллавокс М-5» и «Награ III», обеспечивающие высокое качество записи и полную синхронность звука и изображения при съемке с помощью кинокамеры, имеющей синхронный двигатель или двигатель постоянного тока со встроенным генератором синхронизирующих импульсов. Эти импульсы (синусоидальные) записываются с высокочастотным смещением на неперфорированной магнитной ленте портативного магнитофона и в дальнейшем служат как бы «электронными перфорациями», поддерживающими синхронизм между изображением и звуком при воспроизведении.

Оба магнитофона имеют небольшие габариты и вес («Стеллавокс» —  $25,4 \times 14 \times 5,5$  см, 2,7 кг; «Награ III» —  $35,6 \times 23 \times 11,5$  см, 6,3 кг) и могут работать в любом положении. «Стеллавокс» — односкоростной магнитофон (19 см/сек), имеет прямолинейную частотную характеристику с отклонениями не более  $\pm 1$  дБ в диапазоне от 60 до 10 000 гц. В диапазоне от 20 до 12 000 гц неравномерность частотной характеристики не более  $\pm 2$  дБ. Пиковое значение коэффициента детонаций не более  $\pm 0,2\%$ . Динамический диапазон не менее 55 дБ. Привод от электродвигателя постоянного тока. Трехскоростной магнитофон «Награ III» (38, 19 и 9,5 см/сек) имеет частотный диапазон от 30 до 16 000 гц при неравномерности  $\pm 1,5$  дБ (на скорости 38 см/сек), коэффициент детонаций — менее 0,1% и динамический диапазон — 58 дБ. Приводной электродвигатель управляется от транзисторной сервосистемы замкнутого типа. «Награ III» оборудована системой синхронизации «Нео-Пилот», совместимой с системами



«Рэнжер» и «Пилот-тон». В настоящее время только портативные магнитофоны «Стеллавокс», «Награ» и «Перфектон» имеют запись синхронизирующих импульсов с высокочастотным смещением.

В магнитофоне «Стеллавокс» все органы управления и электрические разъемы сосредоточены на передней стенке. Имеется указатель количества неиспользованной ленты. Вольтметр — индикатор уровня модуляции при записи и воспроизведении звука — в момент перемотки ленты показывает напряжение на аккумуляторах. Управление магнитофоном упрощено и позволяет озвучивать фильм одному малоопытному звукооператору с почти профессиональным качеством. Зарядка аккумуляторов производится простым подключением к магнитофону шнура с электропитанием (50 или 60  $\text{гц}$  110 ÷ 180  $\text{в}$  или постоянного тока 12  $\text{в}$ ). Зарядка от автомобильных аккумуляторов или сухих батарей производится в течение 7  $\text{час}$  и не требует особого внимания. Батарея из четырех аккумуляторов напряжением 2  $\text{в}$  и емкостью 1  $\text{а-ч}$  каждый обеспечивает работу магнитофона в течение 5—7  $\text{час}$ ; батарея заменяется за несколько секунд. Используются бобины емкостью 140  $\text{м}$ , обеспечивающие время записи 12  $\text{мин}$ .

Магнитофон «Награ III» (см. рисунок) имеет три магнитные головки и позволяет вести контроль через наушники непосредственно в момент записи. Синхронная запись звука длительностью до 1  $\text{мин}$  может осуществляться без каких-либо дополнительных приспособлений при условии стабильной скорости электродвигателя кинокамеры. При закрытой крышке магнитофона могут быть использованы бобины емкостью до 180  $\text{м}$ , при открытой крышке — до 350  $\text{м}$  (длительность записи до 30  $\text{мин}$ ). В магнитофоне имеется устройство, которое предупреждает свистом в наушниках о разряде аккумуляторов до уровня, не обеспечивающего стабилизацию скорости ленты.

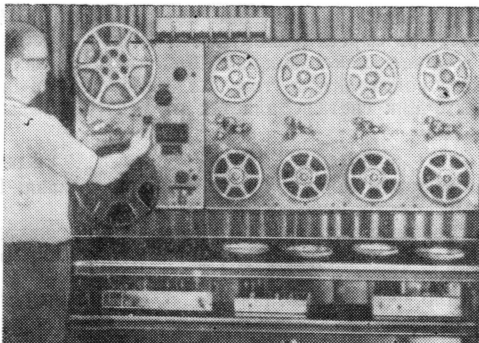
Указано, что в настоящее время создана система беспроводной синхронизации кинокамеры с магнитофоном путем использования радиоволн.

Л. Т.

778.534.48

**Аппарат для перезаписи магнитных фонограмм с 16-мм на 8-мм фильмы.** Е. А. Кэннингем, Ж. В. Колберн, JSMPTЕ, 1963, 72, № 1, 24—26.

Описан новый аппарат перезаписи магнитной фонограммы 16-мм фильма на четыре 8-мм фильмоко-



пии (см. рисунок). Скорость движения 16-мм оригинала и 8-мм копий 48  $\text{кадр/сек}$  соответственно 366 и 183  $\text{мм/сек}$ . В 16-мм звуковоспроизводящем блоке имеются две воспроизводящие головки: одна для центральной, другая для боковой магнитной дорожки. Головки изготовлены из алфенола и имеют шель шириной 0,0043  $\text{мм}$  и длиной 2,36  $\text{мм}$ . Нормальный прижим головок к пленке равен 56,5  $\text{г}$ . Выбор центральной или боковой головки производится нажатием кнопки.

В 8-мм блоках используются также по две головки, аналогичные по конструкции 16-мм, но имеющие длину щели 0,63  $\text{мм}$ . Одна из них записывающая, другая воспроизводящая (для контроля). Стабилизация скорости пленки в каждом блоке осуществляется с помощью взаимно подпружиненных роликов и маховика (весом 1,6  $\text{кг}$ ), конструкция которых аналогична блокирующему стабилизатору скорости. Диаметр гладкого барабана 25,4  $\text{мм}$ . Первоначально его изготовляли из нержавеющей стали или из латуни, что приводило к некоторым помехам записи. Применение алюминиевого барабана, покрытого резиной, обеспечивает хорошее сцепление с пленкой.

Полоса пропускания усилителей записи и воспроизведения с учетом удвоенной скорости движения пленок также удвоена и составляет 100 ÷ 20 000  $\text{гц}$  (вместо 50 ÷ 10 000  $\text{гц}$ ). В конструкции усилителей широко использованы транзисторы.

Л. Т.

534.1

**О рэлеевском давлении звука,** З. А. Гольдберг, К. А. Наугольных, Акустический журнал, 1963, IX, вып. 1, 28—31.

Рассмотрено давление звука, оказываемое на препятствие при падении на него звуковой волны (радиационное давление) для случая плоских стоячих волн в режиме вынужденных колебаний. Вычисляется радиационное давление стоячих сферических волн

В. В.

534.1:681.87

**Восстановление физической картины на оси симметрии двухканальной синфазной стереофонической системы,** П. Г. Тагер, Акустический журнал, 1963, IX, вып. 1, 76—79.

Проведено теоретическое исследование акустического поля на оси симметрии двухканальной синфазной стереофонической системы. Показано, в частности, что суммарные колебания, возбуждаемые около любой точки на оси симметрии между обоими громкоговорителями, прямолинейны.

В. В.

534-8:771

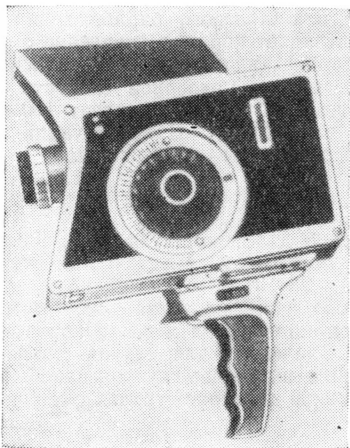
**Звукографические характеристики некоторых фотоматериалов,** М. Е. Архангельский, Акустический журнал, 1963, IV, вып. 1, 1—4.

С целью оценки и сравнения звукографических свойств применяемых фотоматериалов аналогично световым введены звуковые характеристики фотоматериалов при проявлении в ультразвуковом поле. Получены зависимости звуковых характеристик от сорта фотоматериалов, времени старения и концентрации водородных ионов и бромистого калия.

В. В.

**Яркомер для измерения отношения яркостей, JSMPTE, 1963, 72, № 1, 57.**

Кратко описан переносный яркомер А-500 (см. рисунок), выпущенный фирмой Гамма Сайнтифик (США) и предназначенный для измерения отношения яркостей в снимаемой сцене. Угол поля зрения яркомера 0,5 градуса. Свет на фотоумножитель поступает через круглую полевую диафрагму диаметром 0,75 мм. В видоискателе имеется небольшая круглая метка с перекрестием, отмечающая анализируемый участок. Прибор наводится перекрестием на эталонное белое поле и регулировкой чувствительности; стрелка, видимая в видоискателе, устанавливается на значение 100. Затем перекрестие направляется на любой участок измеряемой сцены и стрелка показывает относительную яркость участка.



Прибор может быть также использован и для световых измерений в особо трудных случаях. Его размеры  $19 \times 6,3 \times 15,2$  см, вес 1,36 кг.

Л. Т.

621.326.5

**Лампы с йодным циклом, Р. Крайзер, Fotografie, 1963, 17, № 3, 104—105.**

Рассмотрены особенности нового источника света — кварцевой лампы накаливания с йодным циклом, вызывающего большой интерес у фото- и кинолюбителей.

Изложена сущность процесса, происходящего в лампе с йодным циклом, и указаны ее преимущества перед обычными фотолампами.

Прожектор с йодной лампой, изображенной на рисунке, потребляет 750 вт электрической мощности и дает свет, соответствующий свету трех 500-ваттных фотоламп. Так как в лампах с йодным циклом металлический вольфрам на колбе не осаждается, колба имеет весьма малые размеры. У изображенного здесь светильника длина лампы всего несколько сантиметров и диаметр менее 1 см.

Указано, что конструкторское бюро Берлинского лампового завода (ГДР) в последнее время также занималось разработкой кварцевой лампы с йодным циклом, которая отвечает современному уровню раз-



вития техники в этой области как по своим рабочим характеристикам, так и по своим общетехническим данным, внешнему виду и т. д. Ожидается, что лампа будет пущена в массовое производство уже в текущем году.

Г. И.

621.32:778.23

**Современные источники света для кинопроекции, Г. Ирский, Киномеханик, 1963, № 3, 25—32.**

Рассмотрены основные требования, предъявляемые к кинопроекционным источникам света. Изложены краткие сведения об угольных дугах высокой интенсивности, газоразрядных ксеноновых лампах, импульсных капиллярных лампах и зеркальных лампах накаливания.

Г. И.

628.94(204.1)

**Об изменении светораспределения точечного источника света при погружении его в воду, Е. В. Махов, Светотехника, 1963, № 2, 19—21.**

Указано, что расчет подводных светильников должен вестись с учетом преломляющего действия воды. В случае плоской границы воздух — стекло — вода световые лучи, проходящие границу раздела, концентрируются в направлении нормали к водной поверхности в определенном угле. В случае сферической границы максимальная концентрация светового потока происходит в том же направлении, в каком источник света удаляется от центра сферы.

Г. И.

535.14:611.84

**О квантовом пороге чувствительности глаза, В. К. Каган, Светотехника, 1963, № 3, 7—11.**

Рассмотрены вопросы об определении исходных понятий и теоретических основах метода измерения квантового порога чувствительности глаза.

Указано, что представление о квантовом пороге чувствительности дает возможность уяснить природу применяемых в физиологии и светотехнике пороговых характеристик мощности излучения (яркость, блеск, контраст).

Г. И.

535.8

**Установка для измерений аберраций оптических систем методом скрещенных призм**, Л. Н. Кром, Информационно-технический сборник Центрального конструкторского бюро Министерства культуры СССР, 1962, вып. 1 (32), 31—42.

Излагается метод исследования оптических систем, позволяющий быстро и с достаточной точностью визуально исследовать оптические системы, а также наглядно определять влияние параметров на качество системы. Описываются оптическая схема и конструкция установки ОЦ16, принцип работы которой основан на использовании метода скрещенных призм.

в. в.

771.534.531

**О влиянии оптической плотности и светового потока, падающего на фотозащитный элемент, на ход спектральной кривой поглощения галогенидов серебра**, Е. А. Кириллов, Е. А. Нестеровская, А. Б. Гольденберг, ЖНиПФК, 1963, 8, вып. 1, 47—49.

В связи с исследованием природы и свойств центров тонкой структуры при помощи специальной спектрофотометрической установки подробно изучается влияние оптической плотности объекта и нагрузки на фотозащитный элемент на ход спектральной кривой поглощения. Показано, что тонкая структура не является атрибутом метода или установки и что специальная установка, примененная авторами статьи, при надлежащем режиме измерений может оказаться весьма полезной в тех случаях, когда полосы поглощения слишком слабы, чтобы наблюдаться в обычных условиях.

в. в.

621.3.032.266.3

**К вопросу о разрушении электродов в сильноточном разряде**, Р. Е. Ровинский, Я. М. Поляков, Светотехника, 1963, № 4, 13—16.

Рассмотрены некоторые экспериментальные дан-

ные об особенностях поведения электродов в разрядах сверхвысокого давления.

Изложены соображения о путях повышения срока службы электродов, в частности приведены данные об устройстве электрода камерного типа с активизирующим веществом, помещенным внутри вольфрамовой трубки.

г. и.

621.338.8

**Температурная зависимость спектральной и интегральной чувствительности сурьмяно-цезиевых фотоэлементов**, И. Д. Роговой, И. Г. Хорошев, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 11, 46—48.

Приведены результаты исследования температурной зависимости спектральной и интегральной чувствительности сурьмяно-цезиевых фотоэлементов в интервале  $15 \div 90^\circ \text{C}$ .

Указано, что чувствительность исследованных фотоэлементов в спектральной области от  $\lambda = 550 \text{ мкм}$  до красной границы при нагревании их до  $30^\circ \text{C}$  возрастала, а затем при  $60 \div 90^\circ \text{C}$  значительно снижалась во всей области актиничности.

г. и.

621.383.4

**Электрические и фотоэлектрические параметры «продольных» фотосопротивлений из спеченных селенидов кадмия**, Н. И. Стройкин, Оптико-механическая промышленность, 1962, № 11, 7—10.

Изложена методика изготовления «продольных» фотосопротивлений из спеченного селенида кадмия. Указано, что интегральная чувствительность слоев CdSe при комнатной температуре достигает  $10 \text{ а/лм}$ , а при температуре жидкого азота — нескольких сотен  $\text{а/лм}$  при напряжении на слое  $105 \text{ в}$ .

Статья содержит разделы: методика приготовления слоев; электрические и фотоэлектрические характеристики.

г. и.

## ХІХ ВСЕСОЮЗНАЯ НАУЧНАЯ СЕССИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ РАДИО

С 6 по 11 мая 1963 г. в Москве состоялась XIX Всесоюзная научная сессия, созванная Центральным правлением Научно-технического общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова, Государственным комитетом по радиоэлектронике СССР, Государственным комитетом по электронной технике СССР, Министерством связи СССР, Государственным комитетом Совета Министров СССР по радиовещанию и телевидению и Академией наук СССР.

На торжественном заседании в Кремлевском Дворце съездов, посвященном Дню радио и открытию сессии, выступили председатель Государственного комитета по радиовещанию и телевидению М. И. Харламов, заместитель министра связи СССР К. Я. Сергейчук, председатель Центрального управления Научно-технического общества радиотехники и электросвязи имени А. С. Попова В. И. Сифоров и другие.

На пленарных заседаниях сессии были заслушаны доклады: В. И. Сифорова «О закономерностях развития естественных наук и радиоэлектроники», А. Л. Минца «Кольцевые ускорители протонов и перспективы их развития», Е. Айсберга (Франция) «О роли международной радиоэлектронной печати в научном прогрессе», Г. В. Брауде «25 лет советского телевизионного вещания», М. Л. Быховского «Кибернетические принципы построения медицинских диагностических систем» и Л. П. Крайзера «Проблемы хранения информации в кибернетических системах».

На заседаниях секций: телевидения (руководитель С. В. Новаковский), радиовещания, электроакустики и звукозаписи (руководитель И. Е. Горон) и других было прочитано много докладов, представляющих непосредственный интерес для читателей нашего журнала.

В докладе П. К. Горохова «Изобретение электронного телевидения Б. Л. Розингом» приведены данные разработки Б. Л. Розингом электронной телевизионной системы. Отмечается, что телевизионная передача 22 мая 1911 г. была первым шагом на пути практического применения электронного телевидения.

А. И. Лебедев-Карманов, Э. С. Глазман, М. Х. Юсупов сделали доклад о новой мощной

УКВ-радиостанции Ленинградского телецентра, в котором рассматриваются принципы и устройство новой телевизионной радиостанции с передатчиком изображения пиковой мощностью 50 кВт и передатчиком звукового сопровождения мощностью 15 кВт для частотного диапазона 48,5—100 Мгц.

В докладе «Запись телевизионных программ» П. Г. Тагер проанализировал различные методы записи телевизионных изображений и, в частности: запись телевизионных изображений на кинолентку с конверсией кадров; то же с использованием послесвечения люминофора кинескопа; запись изображений киносъёмочным аппаратом с быстрым продергиванием пленки. Была рассмотрена также магнитная запись движущихся изображений и системы советских видеоманитрофонов.

В докладе «Итоги опытной эксплуатации аппаратуры электронной рипроекции (ЭРП)», разработанной на кафедре телевидения МЭИСа и проверенной на Московском телевизионном центре с августа 1961 г. по декабрь 1962 г., была рассмотрена схема подключения аппаратуры ЭРП к аппаратуре телевизионного центра и продемонстрированы фотографии комбинированных телевизионных изображений.

М. А. Ушаков в докладе о частотных и переходных характеристиках дифференцирующих цепей, применяющихся в телевизионной технике, рассмотрел требования к выбору их параметров применительно к использованию цепей в корректорах, схемах противошумовой коррекции и в предскажущих схемах. Был проведен сравнительный анализ частотных и фазовых характеристик дифференцирующих схем и их переходных характеристик при воздействии трапецеидального импульса. Рассматривались экспериментальные частотные и переходные характеристики дифференцирующих схем, а также данные по экспериментальному исследованию дифференцирующих цепей, используемых в предскажущих устройствах телевизионных систем.

С. Б. Гуревич, Г. А. Гаврилов сделали доклад об оценке информационной емкости и чувствительности телевизионных и фотографических систем<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> «Техника кино и телевидения», 1963, № 7.

В докладе М. И. Кривошеева и М. Г. Локшина «Исследование защитных отношений в телевидении» отмечено, что с развитием сети телевизионного вещания все больше ощущается недостаток телевизионных частотных каналов. Эффективным средством для уменьшения взаимных помех и использования одних и тех же каналов является метод смещения несущих частот (СНЧ). Были проанализированы результаты экспериментальных исследований заметности периодических помех видеочастоты и защитных отношений в метровом диапазоне для черно-белого телевидения. Приведены рекомендации по внедрению метода СНЧ и требования к повышению помехоустойчивости строчной синхронизации телевизионных приемников.

В работе Н. Н. Красильникова «К вопросу об опознавании изображения объекта в шумах» изложен метод расчета минимально необходимого контраста изображения объекта, для того чтобы оно могло быть опознано в шумах. Предлагаемый метод расчета основан на обеспечении наблюдаемости мелких деталей, являющихся отличительными признаками рассматриваемых изображений.

М. А. Ушаков, А. Мац сделали доклад «Измерение горизонтальных геометрических искажений передающих телевизионных камер», где рассматривается способ измерения геометрических искажений передающих телевизионных камер. Сущность способа применительно к измерению горизонтальных геометрических искажений заключается в проецировании на мишень передающей камеры теста в виде чередующихся вертикальных черно-белых полос равной ширины. На экране осциллографа наблюдается кривая, отражающая изменение горизонтального размера полос теста вдоль строки. Это изменение пропорционально коэффициенту нелинейности камеры. Была приведена схема прибора, созданного по этому принципу, и данные эксперимента. Отмечалось, что точность измерения коэффициента нелинейных искажений составляет 1%.

В докладе М. И. Кривошеева «Специфические особенности телевизионных осциллографических измерений и способы повышения их точности» отмечались преимущества осциллографических методов измерений, обеспечивающих визуальное наблюдение формы отдельных компонент и участков исследуемых видеосигналов. Были проанализированы отличительные черты осциллографических измерений в трактах черно-белого и цветного телевидения, а также предложены новые способы измерений и соответствующие устройства. Приведены характеристики созданных приборов и результаты измерений.

А. Н. Исаяев и В. Е. Теслер сделали доклад «Анализ улучшения системы цветного телевидения с квадратурной модуляцией цветовой поднесущей», в котором рассмотрены результаты опытного вещания с квадратурной модуляцией поднесущей, а также требования к характеристикам и параметрам тракта передачи. Излагались пути модернизации этой системы, и приводились результаты экспериментальной проверки способа снижения требований к дифференциальной фазовой характеристике тракта.

В докладе «Особенности одновременно-последовательной системы цветного телевидения с частотной модуляцией поднесущей» А. Н. Исаяев и В. Е. Теслер изложили принципы одновременно-последовательной системы цветного телевидения с частотной модуляцией цветовой поднесущей. Были рассмотрены требования, предъявляемые этой системой к харак-

теристикам телевизионных трактов, и приведены результаты экспериментального сравнения систем цветного телевидения с квадратурной модуляцией и с частотной модуляцией.

Доклад о приборе для измерения времени расхождения между сигналами яркости и цветности сделали Л. Н. Крылов, К. А. Яценко и Р. Л. Марейн. Они рассмотрели генератор импульсов с разнесенными спектрами, являющийся датчиком испытательных сигналов для быстрой визуальной оценки расхождения во времени между сигналами яркости и цветности при передаче цветных телевизионных программ по радиорелейным и кабельным линиям.

В докладе «Устройство для кодирования видеосигнала равномерным двоичным кодом» П. С. Янкельсон, П. Я. Орловская и А. Д. Лебедева рассмотрели принципы построения кодирующего и декодирующего устройств для преобразования широкополосного телевизионного сигнала. Были приведены осциллограммы кодовых импульсов на выходе кодирующей трубки и на выходе схемы формирования декодирующего устройства, а также фотографии изображения испытательной таблицы 0249 до и после кодирования.

В докладе Н. И. Берлин «Выравнивание фона и повышение контраста телевизионных изображений» кратко изложены принципы ослабления низкочастотных составляющих телевизионного изображения. Приведена принципиальная схема блока, с помощью которого были проведены эксперименты по выравниванию фона малоконтрастных изображений и по ослаблению низкочастотных составляющих очень контрастных изображений в крупных деталях. Демонстрировались исходные и преобразованные изображения.

Милан Птачек (Чехословакия) сделал доклад «Сравнение систем цветного телевидения».

Л. М. Кононович рассмотрел перспективы частотного уплотнения тракта звукового сопровождения телевизионных передач.

Доклад о развитии отечественной техники телевизионных радиопередатчиков прочитал А. И. Лебедев - Карманов.

Д. М. Трусканов рассказал о развитии отечественной техники передающих телевизионных антенн. Копчинский и Ошеров сделали доклад о развитии отечественной техники приемных телевизионных антенн.

Опыту разработки и строительства комплекса антенных систем нового Ленинградского телецентра был посвящен доклад Д. М. Трусканова, И. М. Рушук и К. Р. Брунина.

В докладе «Об образовании сигнала в видиконе при коммутации быстрыми электронами» Л. Э. Цырлин отметил, что учет характера электрического поля вблизи мишени, возникающего при зарядке мишени видикона пучком быстрых электронов, показывает, что потенциальный рельеф во время коммутации электронным пучком изменяется слабо. Поэтому само по себе наличие потенциального рельефа не может вызвать сигнал наблюдаемой величины. Были изложены соображения о возможном механизме образования сигнала в видиконе.

В сообщении В. В. Кузнецова «Некоторые результаты опыта ретрансляции телепередач с помощью ТРСА, расположенных за горным хребтом по отношению к телецентру» приведены результаты исследований прохождения широкополосного телеви-

зионного сигнала в гористой местности и результаты опытной ретрансляции телевизионных передач. Исследования проводились на горных трассах протяженностью от 63,5 до 147 км и с углами закрытия от 10 млрд. до 60 млрд. как в летние, так и в осенне-зимние месяцы.

На всех исследованных трассах качество принимаемого телевизионного сигнала было удовлетворительным. Повторы, тянучки, окантовки и шумы были в допустимых пределах. Изменение уровня напряженности поля во времени было незначительным и мало зависело от состояния метеорологических условий на трассе.

На двух трассах проводилась опытная ретрансляция телевизионных передач с помощью ТРСА-56 и снималась карта напряженности поля в радиусе до 30 км от ретранслятора. Уровень поля всегда оставался достаточным для качественной ретрансляции телевизионного сигнала и во всех пунктах, имеющих прямую видимость на передающую антенну ТРСА, осуществлялся уверенный прием телевидения.

П. М. Трифонов сделал доклад «Выявление возможностей телевизионного радиоприема за пределами удаленной зоны».

Для определения условий телевизионного приема за счет тропосферного распространения радиоволн был выбран 6-й телевизионный стандартный канал. Наблюдения проводились на трассах 187 и 260 км при разnose радиотрасс под углом 110°. Проведенные исследования позволили сделать вывод о возможности телевизионного приема в среднeperесеченной местности на расстояниях 200 км с хорошей надежностью и хорошим качеством изображения. Это позволяет увеличить дальность действия не только телецентра, но и телевизионных ретрансляционных станций.

В работе П. М. Трифопова «О летнем ионосферном телевизионном радиоприеме» были проанализированы результаты наблюдений за сверхдальним телевизионным радиоприемом в различных городах Европейской части СССР. Пункты наблюдения были расположены на расстояниях от 300 до 1500 км. Расстояния до принимаемых телецентров составляли до 2700—3000 км. В число принимаемых телецентров входили советские и зарубежные европейские.

В. Г. Корольков рассмотрел зависимость нелинейных искажений при перезаписи магнитофильмов от фазовой характеристики усилительного тракта. Он отметил, что в технологическом процессе звукозаписи в радиовещании и кинематографии неизбежно применение двух-трехкратной последовательной перезаписи магнитофильмов. Было показано, что увеличение нелинейных (гармонических) искажений при перезаписи зависит от фазовой характеристики тракта перезаписи. На основании проведенного анализа и экспериментов даны рекомендации по оптимальному выбору параметров тракта перезаписи, при которых нелинейные искажения в копиях магнитофильмов получаются минимальными.

Новые предложения по частотной коррекции при магнитной записи на ленте сделал Д. П. Васильевский, А. А. Вроблевский. Они изложили принцип международной стандартизации частотной характеристики магнитной записи путем установления постоянной времени стандартного канала воспроизведения для каждой номинальной скорости движения ленты. Было предложено уменьшить постоянные времени стандартного канала воспроизведения до 70 мксек при скорости 19,05 см/сек и до

140 мксек при скорости 9,53 см/сек. При этом шумы уменьшаются примерно на 3 дБ.

М. В. Гитлиц сделал доклад «Широтно-импульсная модуляция для точной магнитной записи», в котором в общем виде было рассмотрено влияние мультипликативных помех в тракте магнитной записи на запись электрических сигналов с применением различных методов модуляции. Приведены выражения для сигнала на выходе демодулятора при «прямом» методе демодуляции, когда выходной эффект пропорционален величине изменения параметра, и при демодуляции «по отношению», когда выходной эффект пропорционален отношению значения модулированного параметра к некоторому постоянному значению параметра. Показано, что второй метод обеспечивает значительно большую помехоустойчивость.

И. С. Макаров рассмотрел некоторые вопросы магнитной записи воспроизведения двоичных сигналов и предложил способ воспроизведения кодовых сигналов, основанный на разделении линейно независимых сигналов. Было показано, что данный способ при некоторых условиях реализует потенциальную помехоустойчивость воспроизведения.

В докладе «Задачи и перспективы унификации магнитных головок» Р. Р. Арнольд отметил, что в настоящее время магнитные головки для магнитофонов изготавливаются с различными параметрами и габаритно-установочными размерами, что практически исключает взаимозаменяемость. Далее были изложены принципы проектирования новой серии унифицированных одно- и многоканальных магнитных головок.

В докладе М. Г. Арутюнова «Визуализация импульсов, записанных на магнитной ленте» были рассмотрены способ порошковой визуализации магнитной записи и возможные области ее применения в технике магнитной записи.

В докладе «Проявители для порошковой визуализации магнитной записи» В. Г. Патрунов рассмотрел комплекс физико-химических и магнитных требований, предъявляемых к ферромагнитным порошкам и специальным магнетодиэлектрикам на их основе, позволяющим весьма простыми приемами визуализировать магнитную запись на обычных носителях. Разработанные проявители могут быть полезны при монтаже записей, установке головок, скоростей регистрации непрерывных и дискретных процессов и в других случаях использования магнитной записи.

Е. А. Бессчетнов сделал доклад «Детонация и их измерение», в котором рассмотрел причины возникновения детонаций и сведения о составе сигнала, полученного путем воспроизведения записи с магнитного носителя. Кроме того, были пояснены особенности измерения детонаций.

В докладе «Исследование особенностей слухового восприятия стереофонических передач» Г. С. Гензель рассмотрел основные системы воспроизведения стереофонических радиовещательных передач — разнесенная, комбинированная и совмещенная, а также особенности их слухового восприятия.

В докладе И. А. Алдошиной «Исследование колебаний подвесов громкоговорителей» были приведены результаты технического и экспериментального исследования влияния различных параметров на частоты резонансов и амплитуды колебаний подвесов, а также графики для расчета первой и второй резонансной частот.



## МОСКОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ КИНОМЕХАНИКОВ

26 марта 1963 г. состоялась VIII техническая конференция киномехаников Москвы.

В работе конференции приняли участие представители Министерства культуры, Научно-исследовательского кинофотоинститута, заводов, киностудий и других организаций.

Заместитель начальника отдела кинофикации Н. И. Бокарев, открывая конференцию, в своем выступлении отметил, что за четыре года, прошедшие после VII конференции, в Москве открыто 20 новых кинотеатров на 15 000 мест и теперь в столице работает уже 93 кинотеатра, из которых 34 — широкоэкранные, оснащенные новейшей киноаппаратурой. На техническое оснащение кинотеатров ежегодно выделяются большие средства.

На конференции заслушаны доклады и сообщения по различным вопросам работы киносети. Все они были сделаны техноруками и киномеханиками кинотеатров. Это показывает, что кинофикация Москвы располагает квалифицированными кадрами, способными быстро овладеть сложной современной кинопроекционной техникой и творчески решать актуальные задачи, связанные с эксплуатацией кинотеатров.

С интересным докладом о работе аппаратных кинотеатров и качестве демонстрируемых фильмов выступил технорук кинотеатра «Зенит», председатель общественной кинотехнической инспекции т. Федоров. Он отметил, что, несмотря на хорошую оснащенность новейшей техникой и высокую квалификацию киномехаников, в работе некоторых кинотеатров имеются еще существенные недостатки, возникающие главным образом из-за невысокого качества отдельных видов киноаппаратуры и оборудования, выпускаемых нашей промышленностью.

Говоря о качестве фильмокопий и их эксплуатации, технорук кинотеатра «Уран» т. Казакевич сделал немало критических замечаний в адрес копируемых фабрик. Многие копии фильмов имеют недостаточную резкость, повышенную фотографическую плотность, загрязненность. А кинокопировальные фабрики

в свою очередь жалуются, что иногда киностудии сдают в производство неудовлетворительные по техническому качеству исходные материалы, которые они отказываются пускать для массовой печати, однако по отдельным указаниям Управления кинофикации и кинопроката вынуждены принимать к печати эти некачественные материалы. Только за 1962 г. поступило 130 таких письменных разрешений.

В некоторых докладах и выступлениях заводам — изготовителям киноаппаратуры были предъявлены претензии на низкое качество кинопроекторов КПП-2, КПП-3 и других марок.

Старший киномеханик кинотеатра «Ленинград» т. Прохоркина рассказала о результатах испытаний новых разработок Научно-исследовательского кинофотоинститута. Между киноаппаратом и НИКФИ установилось тесное деловое сотрудничество. Коллектив кинотеатра особенно хорошо отзывался о бесперемоточных кассетах, значительно снижающих износ фильмокопий и повышающих производительность труда киномеханика, а также о новом источнике света — ксеноновых лампах мощностью 1 и 3 квт, применение которых в московских кинотеатрах дало положительные результаты по экономическим показателям и по качеству кинопоказа.

Выступавшие отметили некоторые конструктивные дефекты в новой проекционной аппаратуре, указали на медленное внедрение разработок НИКФИ в кинотеатрах, на плохое снабжение качественными запчастями и эксплуатационными материалами.

Конференция приняла ряд решений, направленных на дальнейшее повышение качества работы столичных кинотеатров, обратила внимание заводов-изготовителей на серьезные недостатки в изготовлении киноаппаратуры и кинокопировальных фабрик на необходимость повышения качества печати массовых фильмокопий.

**Л. Я. СИМОНОВСКАЯ,**  
*старший инженер отдела кинофикации*

## Краткие сообщения

● По заказу Союза советских обществ дружбы и культурных связей с зарубежными странами изготовлены два типа оригинальных кинопередвижек, смонтированных на автомашинах ГАЗ-69.

Одна из них оснащена кинопроекторами типа КН-11, павиоловым экраном, усилительным устройством КУУП-56, автотрансформатором КАТ-15 и электростанцией АБ-1. Проекторы установлены уступом. Такая кинопередвижка рассчитана для кинопоказа (на отражение) в вечернее время на открытом воздухе для аудитории до 200 человек.

Другой тип передвижки оборудован киноаппаратурой типа 16-ПП-4 («Украина») со стеклянним экраном «на просвет». Такая установка позволяет осуществлять качественный кинопоказ и звукопроизведение по методу «дневного кино». Автокинопередвижка комплектуется электростанцией типа АБ-1.

Чтобы шум не мешал зрителям при работе электростанций, они сделаны выносными и снабжены длинными шланговыми проводами.

Автокинопередвижки изготовлены производственным предприятием управления культуры Астраханского облисполкома, в будущем будут выпускаться также и для киносети страны.

● Фильмобазы кинопроката начали оснащаться типовыми ленточными транспортерами производства Ахтырского завода Министерства связи СССР. Применяются транспортеры — гладкие горизонтальные и наклонные реверсивного действия.

Длина транспортера (расстояние между центрами приводного и обратного барабанов) определяется заказчиком, исходя из местных условий. Ширина ленты 500 мм. Мощность электродвигателей зависит от длины транспортера и находится в пределах от 0,25 до 4,5 квт при напряжении 220/380 в. На фильмобазах применяются транспортеры преимущественно с длиной ленты 5 м и электродвигателем 0,6 квт.

**Вл. К.**

## CONTENTS

<p>Consecutive Targets in Building-Up Material-Technical Foundations of Culture . . . . . 1</p> <p>Recent Achievements in Space Research . . . . . 5</p> <p><b>Science and Technology</b></p> <p><b>How to Determine Information Capacity and Light Sensitivity of Photographic Materials?</b> S. B. Gurevitch and G. A. Gavrilov . . . . . 7</p> <p>Evaluation methods are proposed for information capacity and specific light sensitivity in photography. By measurements of photographic noise and spatial frequency dependence of signal, the process and the results being illustrated in paper [1], an evaluation is made of information capacity and specific light sensitivity of some photographic materials.</p> <p><b>Colour Reproduction in Duping to KP-3 Film.</b> D. K. Balabukha . . . . . 15</p> <p>Colour reproduction in duplicating colour images by means of KP-3 film material is studied. An inherent property of this film is shown to be additional inner masking which results in decreasing colour aberrations in positive images. The paper shows a simple mode of colour adjustment for dupes by use of gradation scale.</p> <p><b>Exposure Calculation in Making Colour Film Prints.</b> M. G. Shamshtein . . . . . 22</p> <p>Parameters bearing on the exposure of printing screen are discussed. A conclusion is drawn from exposure equation. Exposures are determined which are necessary to print onto various cine films.</p> <p><b>Correction of Colour Reproduction Errors in Colour TV Film Projection.</b> N. G. Deryugin . . . . . 30</p> <p>Colour reproduction errors are outlined in television film projection. The author calculates as well the factors of electronic masking equations to reduce these errors in colour television picture.</p> <p><b>Periodic Scanning Build-Up with Between-Frame Skip.</b> L. A. Pekny, B. G. Podlaskin . . . . . 38</p> <p>There is a method described for obtaining periodic TV scanning of sawtooth form with a skip between the frames. Centering process of such type scanings is described which allows to use fewer supplies in output circuits.</p> <p><b>Transition Dampings in Multi-Channel Magnetic Head Assemblies.</b> M. G. Arutyunov . . . . . 41</p>	<p>Definitions are given for transition dampings in magnetic head assemblies. There is an analysis of equivalent designs for magnetic assembly circuits. Various assembly parameters are stated to affect transition damping. Test results confirm these suggestions. The paper instructs on designing of magnetic head assemblies without screens between the heads and with maximum transition dampings.</p> <p><b>What Size of Studio for Music Recording?</b> Yu. V. Breus . . . . . 51</p> <p>The writer proves incompatibility of equation in current use serving to define volume of music record studio and computes studio volume required for good sound quality of recorded music.</p> <p><b>Industrial Experience</b></p> <p><b>At the Studios</b></p> <p><b>Mobile Rear-Projection Unit.</b> Ya. L. Leybov . . . . . 59</p> <p><b>At TV Stations</b></p> <p><b>New Wireless for TV Director's Communications at Studio.</b> B. P. Freedman . . . . . 61</p> <p><b>Practical Usage and Repair of TV Studio Floor.</b> A. Bespamyatnov . . . . . 66</p> <p><i>Our Post Box</i> . . . . . 67</p> <p style="text-align: center;">***</p> <p><b>Sound Recording onto Magnetic Oxide Stripe in an Amateur Film.</b> V. M. Rosenblit . . . . . 68</p> <p><b>Foreign Technology</b></p> <p><b>Rapid Treatment Devices for Motion and Still Photographic Materials.</b> N. I. Kirillov and Ye. M. Feldsherov . . . . . 71</p> <p>There are described developing apparatus and devices used in rapid and ultra-rapid treatment processes for cinema and photographic materials. These devices utilize rapid treatment of films in liquid sprays by applying liquid solutions to the films with solution supply through porous materials, by contacting materials which are soaked with treatment liquids and so on.</p> <p><b>Abstracts from Technical Journals</b> . . . . . 82</p> <p><b>Scientific-Technological News</b> . . . . . 92</p>
---	--

Технический редактор Н. Матусевич

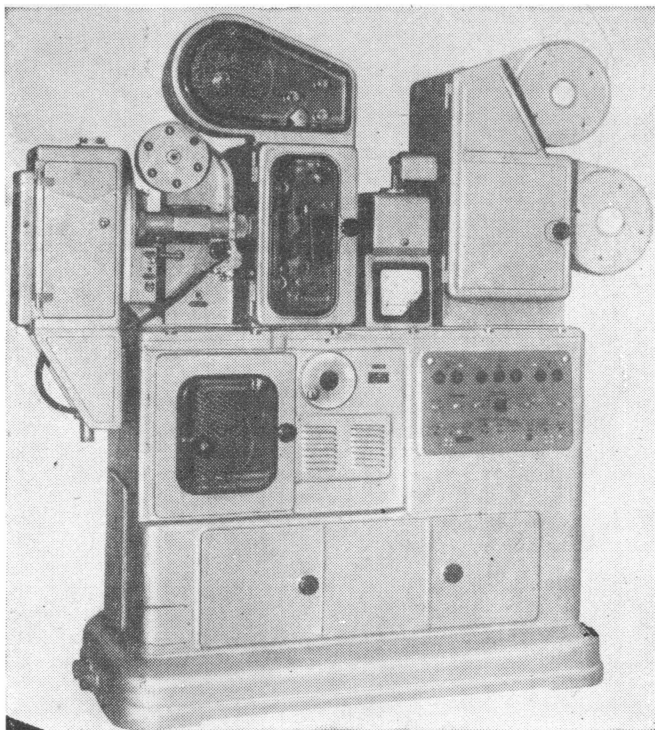
А03785	Сдано в производство 10/V 1963 г.	Подписано к печати 5/VII 1963 г.
Формат бумаги 84 × 108 <sup>1/16</sup>	6 печ. л. (9,94 усл.)	Уч.-изд. л. 10,2
Заказ 299	Цена 68 коп.	Тираж 4700 экз.

Московская типография № 4 Управления полиграфической промышленности  
Мосгорсоюзархоза, Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

## КОПИРОВАЛЬНЫЙ АППАРАТ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ НА 16-ММ ПЛЕНКУ С 35-ММ НЕГАТИВА 23АТО-1

Аппарат разработан ЦКБ Госкомитета Совета Министров СССР по кинематографии; предназначен для мелкотиражной цветной и черно-белой печати фильмокопий на 16-мм пленку с 35-мм негатива.

На аппарате производится оптическая печать изображения при прерывистом движении кинолент с помощью грейферных механизмов с неподвижными зубьями контргрейфера, а также печать пробных роликов. Аппарат рассчитан на работу в светлом и темном помещении.



Производительность аппарата — 240, 180, 120, 90 м/час. В качестве источника света для печати используется лампа К-32 (40 в, 750 вт). Изменение величины освещенности печатного окна и спектрального состава печатающего света достигается автоматическим перемещением стандартной паспортной ленты с отверстиями и закрепленными на ней светофильтрами. Механизм перемещения паспортной ленты срабатывает от импульсов, получаемых при западании роликов импульсных механизмов в боковые просечки, нанесенные на негативе на стыке планов. Длина плана должна быть не менее 15 кадров.

В аппарате имеется блок питания с размещенными в нем элементами электрооборудования.

Питание производится от сети трехфазного тока частотой 50 гц, напряжением 220/380 в с нулем. Допустимые колебания подводимого напряжения от + 5 до —10%.

Питание лампы производится стабилизированным напряжением с колебаниями не более  $\pm 0,5\%$ . Напряжение на лампе контролируется вольтметром, а освещенность в печатных окнах — микроамперметром, установленным на аппарате.

Аппарат позволяет освещать лентопротяжные тракты и контрольно-измерительные приборы неактивным светом. При отключении привода аппарата автоматически вводится противопожарная заслонка, перекрывающая световой поток, который идет от лампы.

Лампа, теплофильтр, паспортный канал и кадровое окно негатива обдуваются отфильтрованным воздушным потоком от вентилятора, установленного вне аппарата. В аппарате есть пылеочистители для каждой из кинолент, рассчитанные на подачу и отсос воздуха с помощью компрессора.

Для транспортировки аппарата внутри помещения служат колеса, выдвигаемые с помощью домкратов.

Габариты: длина — 1860 мм, ширина — 620 мм, высота — 1792 мм. Вес аппарата — 600 кг.

71540

*Цена 68 коп.*