

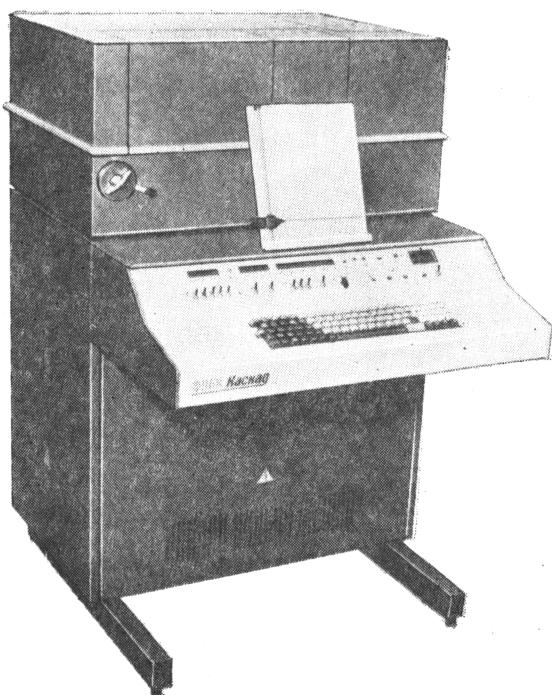
Техника и Кино

и
Современность

№ 3

1980

Машины для изготовления титров



Ленинградский завод полиграфических машин серийно выпускает комплекс фотонаборного оборудования «Каскад», который можно использовать для изготовления титров.

В комплекс входит следующее оборудование: фотонаборная машина Ф96к, устройство для визуального контроля ФКВ16, установка для обработки фотопленки ФО-25П, монтажный стол ФКМ и установка для разрезания пленки ФОР.

Фотонаборная машина Ф96к представляет собой клавиатурный полуавтомат. Оператор нажимает на клавиши, а машина фотографирует соответствующие знаки на фотопленку или фотобумагу. Знаки набираются в строки заданной длины, что достигается автоматическим изменением междусловных и межбуквенных пробелов или в виде бесконечной строки с постоянными междусловными пробелами.

Машина имеет различные шрифты: светлый, полужирный, жирный, курсив; гарнитуры: журнально-рубленая, «Балтика», обыкновенная новая, брусковая газетная, школьная, «Таймс», «Бидони» и др.

На машине можно увеличивать или уменьшать расстояния между знаками и словами, растировать знаки. Для удобства монтажа многострочных титров по обоим концам каждой строки набирают маркирующие знаки, по которым линируют строки.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ширина фотоматериала, мм	40
Высота набираемых знаков, мм	3—36
Максимальная техническая скорость, знаков/с	10
Габариты, мм	976×800×1240
Масса, кг	250



На машине Ф96к может быть установлено устройство визуального контроля ФКВ16, на котором при наборе высвечиваются набираемые знаки в виде бегущей справа налево строки. Оператор может до фотографирования строки проанализировать набор и внести нужные изменения и правку.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

И. М. Геллер, В. С. Разумов. Плоскозубчатые ременные передачи в киноаппаратуре	3
Б. И. Белоусов, Г. А. Вишневская. Светопропускающий стереоэкран	13
Л. В. Акимакина, В. Г. Комар. Проекция пространственных изображений на просветный экран с гексагональным растром	17
Г. В. Величко, Е. Г. Шейнис. Определение наноса галоидного серебра на кинопленках методом потенциометрического титрования	22
Г. Г. Багаева, Е. В. Студенкова. Влияние антивизуализирующих веществ на разрешающую способность черно-белой обращаемой кинопленки	24
Ю. В. Костенко, И. Ф. Мишунин. О возможности многократного использования раствора ферментного препарата Протеназа-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов	27
Киностудия — кинотеатр	
М. В. Антипов, И. С. Голод. Перспективы развития, совершенствования и внедрения электроники и ТВ средств в технику кинематографии	* * *

О. Ф. Семенов. Корреляционный метод группировки регионов страны для системы пробного показа новых кинофильмов	31
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

А. К. Кустарев. Точность матрицирования сигналов и верность цветопередачи в ЦТ	35
О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов, Г. К. Куприянова, Н. Г. Крыжановская. Оценка четкости и качества цветного изображения с учетом его двумерной структуры	42
А. Н. Фридман, С. Б. Яковлев. Модуляционные характеристики односторонних ТВ систем на приборах с зарядовой связью	49
А. Е. Гершберг, А. С. Маркизов. Миниатюрный видикон с электростатической фокусировкой и отклонением электронного луча ЛИ465	52
Р. М. Басс. Защита входного каскада предварительного усилителя ТВ канала	54
С. В. Колбас, Л. П. Турченков. Аналогово-цифровое устройство стабилизации положения и размеров растра в ТВ трубках	56

Из производственного опыта

Г. М. Ким. Опыт эксплуатации комплекса аппаратуры для озвучивания и дублирования кинофильмов КЗМ-24	59
В. Г. Гетьман, Ю. П. Ковалев. Прибор для настройки цветных телевизоров	61

ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

Е. Л. Нельский, Т. Н. Новикова. Тест-фильмы ВУЗОРТ	64
-----------------------------------------------------------	----

РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

Научно-технический семинар «Вопросы повышения качества и надежности студийного и внестудийного оборудования цветного телевидения»	78
Авторские свидетельства	79

* * *

Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1980 г.



Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета СССР по кинематографии

ИЗДАЕТСЯ С 1957 ГОДА

1980

№ 3

Март

Главный редактор В. И. Ушагина

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. Н. Александер, В. В. Андреянов, М. В. Антипов, С. А. Бонгард, Г. В. Брауде, М. З. Высоцкий, О. И. Иошин, Г. Л. Ирский, С. И. Катаев, В. В. Коваленко, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, В. В. Макарцев (зам. главного редактора), В. Г. Маковеев, Ю. А. Михеев, С. М. Проворнов, И. А. Росселевич, В. Л. Трусько, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (отв. секретарь), П. В. Шмаков, М. Г. Юдин, Г. З. Юшкевич

Адрес редакции: 125167, ГСП, Москва, Ленинградский проспект, 47

Телефоны: 157-38-16; 158-61-18; 158-62-25

МОСКВА, «ИСКУССТВО»

© «Техника кино и телевидения», 1980 г.

CONTENTS

SCIENCE AND TECHNIQUE

I. M. Geller, V. S. Razumov. Flat-Toothed Belt Gear Drives in Motion Picture Equipment
The method for calculating flat-toothed belt gear drives confirmed by their experimental and maintenance tests is considered. The recommendation for designing, maintaining and mounting such gear drives are given.

B. I. Belousov, G. A. Vishnevskaya. Light Transmitting Stereo Screen

The construction peculiarities of light transmitting radial-perspective stereo screen are considered. The main conditions for projecting stereo image onto a screen and viewing them are defined. The parameters of a developed stereo screen are given. The possible fields of its application have been enumerated.

L. V. Akimakina, V. G. Komar. Spatial Images Projection onto Light Transmitted Screen with Hexagonal Raster

The peculiarities of spatial images (raster and holographic) projection onto lenticular screens with hexagonal structure allowing restoration on the screen of great brightness three-dimensional image are described. In the reproduced image there are no accommodation and convergence break, rather high resolving power being obtained.

G. V. Velichko, E. G. Sheinis. The Determination of Silver Halide Deposit on Motion Picture Films by the Potentiometric Titration Method

There are considered the results of wide experimental test for three methods of silver halide deposit on motion picture films: cyanometric one, Volgard and potentiometric titration with thiourea. For application in production the last method is recommended which has advantages over the other according to preciseness reproducibility of its realization.

G. G. Bagaeva, E. V. Studenkova. Effect of Antifogants on Resolving Power of Black- and White Reversal Motion Picture Film

The effect of potassium bromide and benzotriazole concentration in the second developer on resolving power of reversal motion picture film ОЧ-45 has been studied. It is shown that greater increase (average to 25 %) of resolving power occurs with the increase of potassium bromide concentration.

Yu. V. Kostenko, I. F. Mishunin. On the Possibility of Multiple Use of Ferment Preparation Protenasa-1 Solution During Silver Recovery and the Base of Light Sensitive Materials

The effects of AgCl, AgNO₃, gelatine and products of its hydrolysis on photolytic activity of ferment preparation Protenasa-1 solutions are studied. The scheme for multiple use of ferment solution during silver and the base of light sensitive materials recovery has been proposed.

Motion Picture Studio — Motion Picture Theatre

M. V. Antipin, I. S. Golod. Prospects for Development, Improvement and Introduction of Electronic and TV Means into Motion Picture Technique

The problems of electronic and cinematographic means interaction in film production technique are discussed.

* * *

O. F. Semenov. Correlation Method of Classification of Country Regions for Test Demonstration of New Films

The classification method country regions is given based on the investigation of pair correlation between the regions and subsequent unification of the regions having strong colleration connections. As a modifying feature is chosen the number of spectators who have seen certain film during the year of its demonstration.

A. K. Kustarev. Matrixing Accuracy and Television Colour Fidelity	* * * 35
O. V. Gofeizen, N. I. Epifanov, G. K. Kupriyanova, N. G. Kryzhanovskaya. Sharpness and Quality Evaluation of Color Image with Calculation of its Two-Dimensional Structure	42
A. N. Fridman, S. B. Yakovlev. Modulation Characteristics of Single-Line TV Systems on Devices with Charge Coupling	49
A. E. Gershberg, A. S. Markizov. Miniature Vidicon with Electrostatic Focusing and Deflection of Electron Beam ЛИ465	52
R. M. Bass. Protection of Input Cascade of the TV Channel Preamplifier	54
S. V. Kolbas, L. P. Turchenkov. Analog-Digital Stabilization Device of Position and Raster Sizes in TV Camera Tubes	56
From Production Experience	
G. M. Kim. Exploitation Experience of the Apparatus Complex KZM-24 for Post-Synchronization Recording	59
The exploitation test results of the new apparatus complex KZM-24 to be used for post-synchronization recording (lip-sync or looping) during motion picture production.	
V. G. Get'man, Yu. P. Kovalev. Instrument for Color Television Sets Tuning	61
The schemes and oscillograms of instrument signals designed for tuning color and black- and white TV sets are given.	
FOREIGN TECHNIQUE	
E. L. Nel'sky, T. N. Novikova. Test-Films VUZORT	64
Various image test-films and definition charts for cinematography and television developed in laboratory VUZORT are considered.	
ABSTRACTS	
SCIENTIFIC-TECHNICAL NEWS	

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

УДК 778.534.1

Плоскозубчатые ременные передачи в киноаппаратуре

И. М. Геллер, В. С. Разумов

В малонагруженных механизмах, осуществляющих передачу вращения между параллельными и удаленными на относительно большое расстояние валами, применение плоскозубчатых ременных передач имеет значительные преимущества по сравнению с использованием других типов передач (ременных, цепных, зубчатых и т. п.): упрощается кинематика и существенно снижается уровень шума механизмов, обеспечивается синхронность, облегчается изготовление и достигается большая экономичность.

Однако при широком распространении этих передач возникли некоторые затруднения в их применении. В частности, в Одесском конструкторском бюро кинооборудования (ОКБК) при разработке новых видов киноаппаратуры были вынуждены провести более подробный анализ и исследования работы плоскозубчатых ременных передач.

Передачи, выполненные в соответствии с расчетами по рекомендациям и методическим указаниям Экспериментального научно-исследовательского института металорежущих станков (ЭНИМС) и Научно-исследовательского института резиновой промышленности (НИИРП), в ряде случаев оказывались неработоспособными. Это наблюдалось тогда, когда ремни взаимодействовали со шкивами, имеющими в зацеплении с ремнем большое число зубьев, и при больших углах охвата ремня на шкиве. Передачи, у которых в зацеплении с ремнем было не более шести зубьев шкива при малом угле охвата ремня, оказывались работоспособными. Одна из таких передач показана на рис. 1. Здесь ремень работает одновременно с четырьмя шкивами. В зацеплении с ремнем при небольших углах охвата на шкивах 1, 3 и 4 находится менее пяти зубьев, а на шкиве 2 — шесть зубьев ремня.

Исследования работы передач и анализ расчетных зависимостей привели к необходимости внесения корректировок в рекомендации и методические указания ЭНИМСа и НИИРПа по расчету наружного диаметра шкивов и введения расчета толщины зубьев шкива. Расчетам этих параметров в основном и посвящена настоящая статья.

В целях накопления данных по результатам применения плоскозубчатых ременных передач ОКБК обменялось опытом с рядом предприятий

и организаций, которые в своих изделиях используют такие передачи.

Все предприятия при внедрении этих передач встречались с одинаковыми затруднениями при разных кинематических схемах, нагрузках и скоростях. В каждом конкретном случае возникшие затруднения преодолевались разными способами: изменением наружного диаметра шкива по сравнению с расчетным за счет его подгонки, производимой на готовых шкивах (Одесский завод прецизионных станков), уменьшением толщины зубьев шкива (ЛОМО), применением селективной сборки передач, т. е. подбором ремней с различными отклонениями по шагу для шкивов, используемых в передаче (Оршинский завод легкого машиностроения). Причем в случае селективной сборки ремни маркировали, чтобы обеспечить возможность правильной их замены при эксплуатации.

В ОКБК были изготовлены передачи с внесением поправки в расчет наружного диаметра и толщины зубьев шкивов. Для их экспериментальной проверки был создан специальный стенд. Такие передачи были применены в ряде опытных образцов киноаппаратуры, которые прошли эксплуатационные испытания и показали надежную работу. Эти образцы получили рекомендацию к серийному производству.

Методика расчета

Расчет зубчато-ременных передач следует начинать после определения конструктивных параметров, зависящих от передаваемых усилий: модуля передачи m и ширины ремня b .

Расчет этих параметров, а также длины ремня и межцентрового расстояния следует проводить в соответствии с методическими указаниями ЭНИМСа [2]. При этом надо помнить, что увеличение рабочей нагрузки на ремень и увеличение его предварительного натяжения сверх рекомендуемых величин ведут к значительному ухудшению работы передачи: уменьшению к. п. д. механизма, значительному снижению срока службы ремня и появлению возможности сброса ремня со шкивов.

Наружный диаметр шкива (рис. 2) рассчитывается по формуле:

$$D_{ш} = mz_{ш} - 26 - K_0,$$

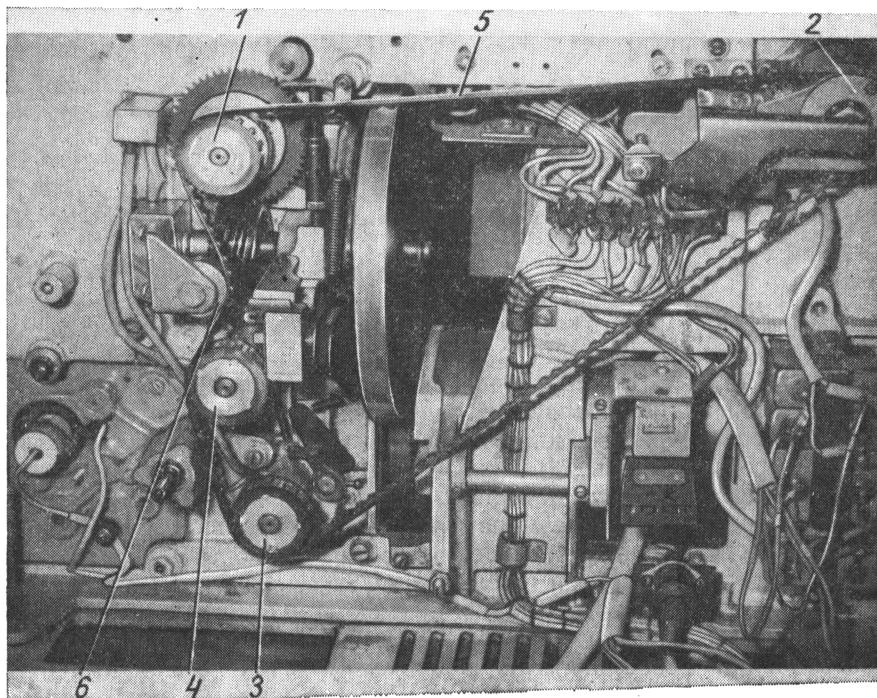


Рис. 1. Механизм 16-мм кинопроектора с плоскозубчатой ременной передачей, проработавшей около 2000 ч: 1, 3, 4 — шкивы с $z_{ш} = 16$ и $n = 180$ об/мин; 2 — шкив с $z_{ш} = 15$ и $n = 192$ об/мин; 5 — ремень с $t_p = 125$, $m = 2$; 6 — натяжной ролик ($\varnothing 32$ мм)

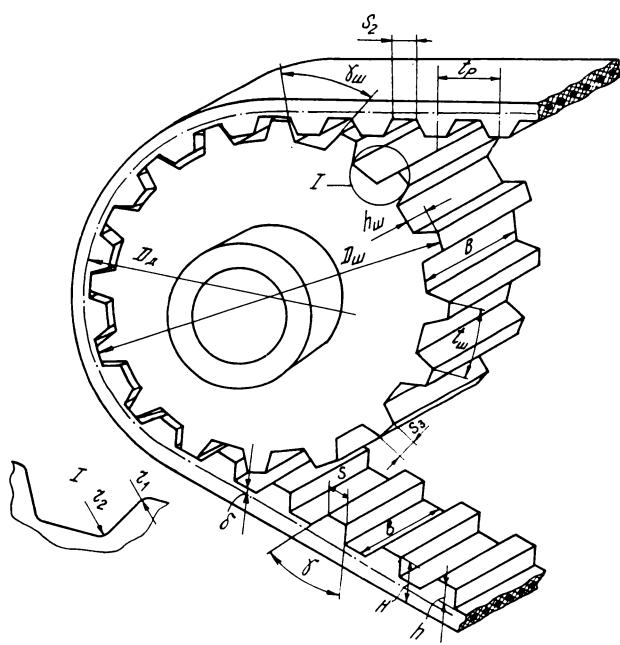


Рис. 2. Обозначения элементов зацепления:
для ремня: t_p — шаг зубьев; b — ширина; H — полная
высота; h — высота зуба; γ — угол профиля зуба; S —
толщина головки зуба; S_2 — размер впадины; для шкива:
 D_d — диаметр делительной окружности; $t_{ш}$ — шаг зубьев
по дуге $D_{ш}$; $h_{ш}$ — высота зуба; $S_{ш}$ — толщина головки
зуба; B — ширина; $\gamma_{ш}$ — угол впадины; r_1 и r_2 — ра-
диусы скругления зуба

где $z_{ш}$ — число зубьев шкива; δ — расстояние
от поверхности впадин зуба ремня до оси корда;
 K_0 — поправка, зависящая от $z_{ш}$.

Число зубьев меньшего шкива передачи должно
быть не менее приведенных в табл. 1 и 2 значений,
зависящих от частоты вращения $n_{ш}$ этого шкива
и модуля m передачи [2].

В соответствии с ОСТ 38 05114—76 для пере-
дач с модулем 2 или 3 мм — $\delta = 0,6$ мм.

ТАБЛИЦА 1

$n_{ш}$, об/мин	≤ 6500	≤ 7500	≤ 8500
$z_{ш}$ при $m = 2$	16	18	20

ТАБЛИЦА 2

$n_{ш}$, об/мин	≤ 1700	≤ 3400	≤ 4800
$z_{ш}$ при $m = 3$	14	16	18

Значения K_0 приводятся в табл. 3 [3].

ТАБЛИЦА 3

$z_{ш}$	12	20	40	60	80	100	120
K_0	0,40	0,36	0,32	0,27	0,23	0,18	0,14

Поправка K_0 необходима вследствие того, что ремень по длине имеет неодинаковую жесткость и при облегании шкива образует в сечении не окружность, а многоугольник. В местах, где расположен зуб ремня и где жесткость ремня наибольшая, ремень облегает шкив по касательной к нему. Это приводит к тому, что действительная длина ремня, облегающая шкив, меньше расчетной длины, так как последнюю определяют как часть окружности, исходя из положения, что длина слоя, проходящего через корд ремня, остается неизменной при изгибе вокруг шкива.

Из рис. 3 видно, что, определив разность между предполагаемой длиной изогнутого по дуге ремня и суммой длин сторон многоугольника и криволинейных сопряжений между его сторонами, можно на основе опыта найти значение поправки K_0 для диаметра шкива с определенным числом зубьев. При увеличении числа зубьев шкива эта разность будет уменьшаться, следовательно будет уменьшаться и поправка K_0 , уменьшающая диаметр шкива. Если число зубьев шкива будет стремиться к бесконечности, то поправка K_0 уменьшится до 0.

В формуле для расчета диаметра шкива по рекомендациям ЭНИМСа имеется поправка $K = 0,213 P z_{\text{ш}}$, предназначенная для выравнивания нагрузки на зубья ремня. Однако величина этой поправки для передач с модулем 2 и 3 мм не больше, а во многих случаях даже меньше рекомендуемого допуска на диаметр шкива. Поэтому этой поправкой можно пренебречь.

Обеспечение возможности нормальной работы передачи в значительной степени зависит от накапленной погрешности шага зубьев в пределах угла зацепления ремня со шкивами. Чем больше угол зацепления, тем вероятна большая суммарная ошибка. Без ее учета передача может оказаться неработоспособной.

С аналогичным явлением мы встречаемся при расчете угла зацепления между кинопленкой и зубчатым барабаном, который ее транспортирует.

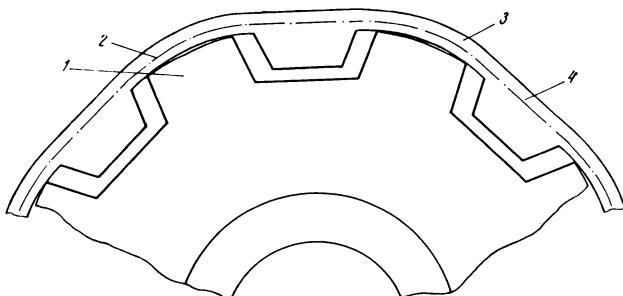


Рис. 3. Схема облегания шкива ремнем:
1 — шкив; 2 — корд ремня; 3 — изогнутая часть ремня;
4 — прямая часть ремня

По разности шагов перфорационных отверстий и зубьев зубчатых барабанов, а также по зазору, образуемому между высотой перфорационного отверстия и толщиной зуза барабана, определяют допустимый угол зацепления.

Чтобы обеспечить зацепление зубчатого ремня со шкивом, очевидно, следует определить для данного угла зацепления размер толщины головки зуба S_3 , исходя из максимально допустимой разности шагов зубьев ремня и шкива. Допуски на отклонения шагов зубьев ремня и шкива от номинальных размеров заданы стандартом.

Из размеров зубьев (рис. 4) ремня в соответствии с ОСТ 38 05114—76 определяем, что впадина между зубьями ремня

$$S_2 = t_p - S_1,$$

где t_p — шаг зубьев ремня (определяется из зависимости $t_p = \pi m$); S_1 — толщина зуза ремня у основания.

Учитывая, что $S_1 = S + 2a$ (S — толщина головки зуза ремня, эта величина указана в стандарте; $a = h \operatorname{tg} \gamma/2$), в результате подстановок получаем

$$S_2 = \pi m - (S + 2h \operatorname{tg} \gamma/2).$$

Обозначая допустимую величину отклонения шага зубьев ремня через Δt_p , а шага зубьев шкива — $\Delta t_{\text{ш}}$, легко найти, что при одновременном нахождении в зацеплении со шкивом z_0 зубьев ремня размер толщины головки зуза шкива S_3 определяется выражением

$$S_3 = S_2 - (\Delta t_p + \Delta t_{\text{ш}}) z_0.$$

Из рис. 4 следует, что значения допустимых отклонений на шаги зубьев ремня и шкива учитываются по их абсолютной величине, т. е. без учета знаков « \pm », заданных в стандарте, так как они не определяют максимальную величину отклонений, влияющих на зацепление.

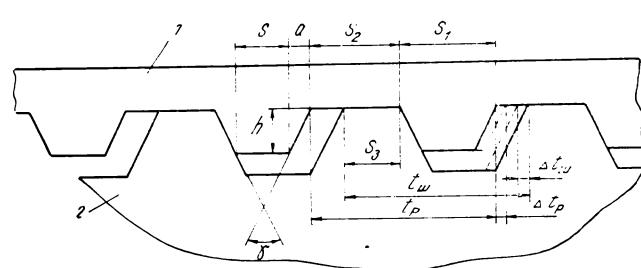


Рис. 4. Схема зацепления плоскозубчатого ремня (1) и шкива (2)

С учетом вероятности сочетания отклонений и допуска на накопленную погрешность в шаге зубьев (ремня и шкива), которая ограничивает распространение однозначности отклонений шагов, получим окончательное значение формулы для определения толщины головки зуба шкива:

$$S_3 = S_2 - 0,8 (|\Delta t_p| + |\Delta t_{\text{ш}}|) z_0.$$

Значение числа зубьев z_0 определяется из величины угла охвата, образуемого в передаче зацеплением ремня со шкивом (рис. 5).

Углы охвата на малом шкиве β_1 и на большом шкиве β_2 определяются из формулы

$$\beta_{1;2} = 180^\circ \mp 2\varphi,$$

где φ — угол, заключенный между линией, которая соединяет центры шкивов, и направлением прямолинейного (неохватывающего) участка ремня. Следовательно,

$$\beta_{1;2} = 180^\circ \mp 2 \arcsin \frac{D_{\text{д}} - D_{\text{ш}}}{2A}.$$

Формулу для определения количества зубьев z_0 , находящихся в угле охвата ремнем данного шкива, можно записать в следующем виде:

$$z_0 = \frac{D_{\text{д}}}{m} \cdot \frac{\beta}{360^\circ} + 1,$$

где $\frac{\beta}{360^\circ}$ — часть окружности, занимаемой углом охвата. Появление в формуле единицы вызвано тем, что число зубьев в угле охвата на единицу больше числа шагов зубьев.

В передачах, где одним ремнем охватывается более двух шкивов, расчет зацепления выполняют в соответствии с углами между центрами шкивов, их диаметрами, а также в соответствии с кинематикой передачи.

Толщину головки зуба S_3 шкивов рекомендуется принимать для передач с модулем $m = 2$ мм — не менее 1,3 мм и с $m = 3$ мм — не менее 2 мм.

Шаг зубьев $t_{\text{ш}}$ по дуге $D_{\text{ш}}$ — наружной окружности шкива — определяется по формуле:

$$t_{\text{ш}} = \frac{\pi D_{\text{ш}}}{z_{\text{ш}}}.$$

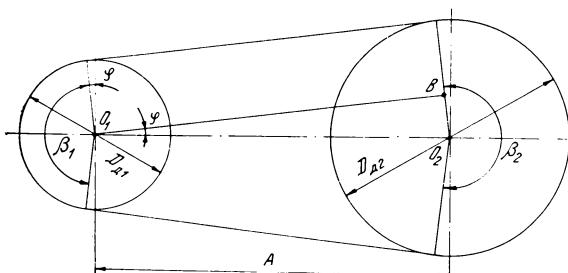


Рис. 5. Схема для определения угла охвата

Следующие параметры шкива: ширина зуба B , угол впадины $\gamma_{\text{ш}}$, высота зуба $h_{\text{ш}}$, радиусы за круглений зуба r_1 , r_2 и допускаемые отклонения на все элементы зацепления ремня со шкивом — указаны в ОСТ 38 05114—76.

Испытание передач

На основе приведенных рекомендаций были спроектированы и изготовлены передачи, которые оказались достаточно работоспособными.

Одна из таких передач, выполненная в кинопроекторе 35КСА, приведена на рис. 6. ОКБК изготовило 15 таких кинопроекторов, плоскозубчатые передачи которых проработали в условиях реальной эксплуатации в кинотеатрах более 3500 ч без замены ремней.

На специально спроектированном в ОКБК стенде (рис. 7) продолжают испытываться на надежность одновременно 15 передач, разделенных на

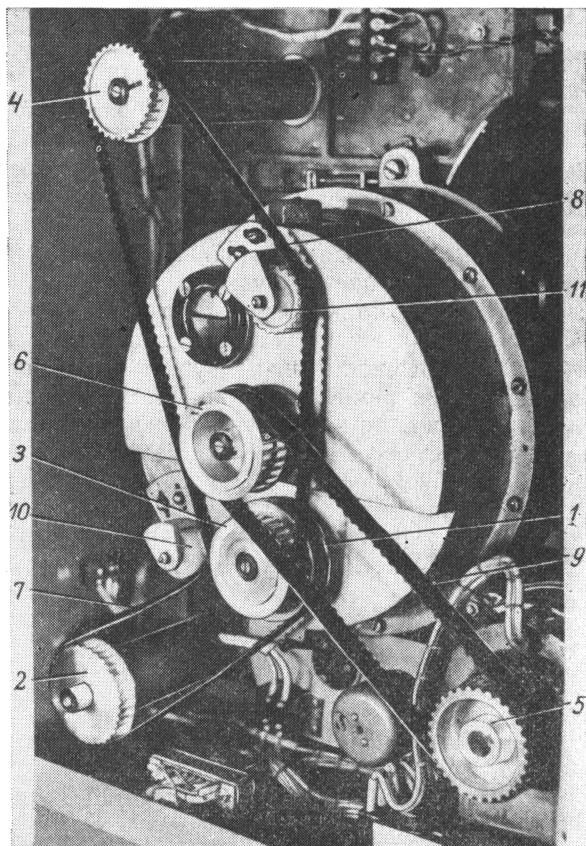
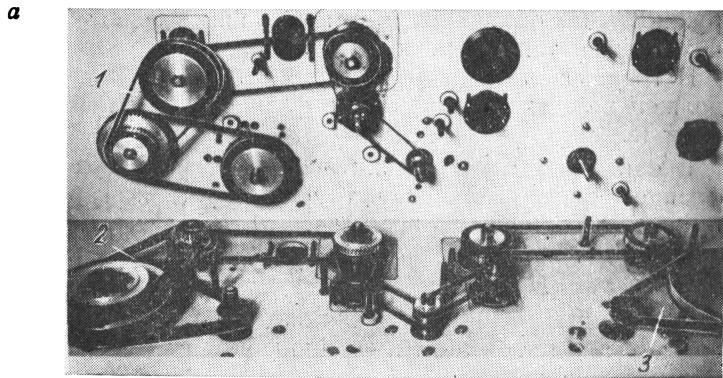
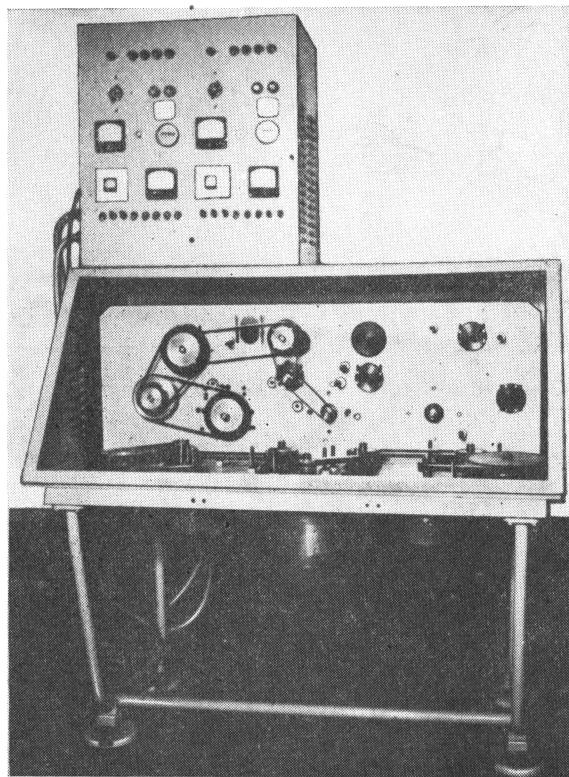


Рис. 6. Механизм передач кинопроектора 35КСА:
1, 2 — шкивы с $z_{\text{ш}}=35$ и $n=240$ об/мин; 3, 4 — шкивы с $z_{\text{ш}}=29$ и $n=240$ об/мин; 5 — шкив с $z_{\text{ш}}=31$ и $n=1440$ об/мин; 6 — шкив с $z_{\text{ш}}=30$ и $n=1488$ об/мин; 7, 9 — ремни с $z_p=100$, $m=2$; 8 — ремень с $z_p=125$, $m=2$; 10, 11 — натяжные ролики



б

Рис. 7. Стенд для испытания зубчатоременных передач:
а — внешний вид стенда; б — вид га группы передач:
1 — 1-я группа; 2 — 2-я группа; 3 — 3-я группа

ТАБЛИЦА 4

Параметры передачи ($m = 2$ мм)				Количество одновременно работающих ремней	Средняя наработка ремня на отказ, ч	Примечание
$\frac{z_{\text{ш1}}}{z_{\text{ш2}}}$	M_{kpr} , Нсм	b , мм	z_p			
20	13,2	8	63	3	1300	Разрыв стального корда вследствие коррозии
40	16,3	8	63	3	1200	
40	13,9	8	100	1	3200	
20	27,0	16	100	2	4000	
60	12,5	8	125	3	4000	
40	18,3	16	125	3	4000	
100						
20						

три группы. В каждой группе исследуются по пять передач с различными параметрами. Каждая группа передач рассчитана по своей особой методике.

В группе 1 диаметры всех шкивов выполнены с учетом среднего отклонения по шагу зуба на данном ремне и с введением поправки K_0 .

В группе 2 диаметры всех шкивов изготовлены с учетом номинального шага зубьев ремня, введением поправки K_0 и с толщиной головки зубьев шкивов $S_3 = 1,7$ мм (по опыту ЛОМО).

В группе 3 диаметры всех шкивов выполнены в соответствии с приведенными в статье расчетами.

Параметры передач и ремней указаны в табл. 4 (M_{kpr} — крутящий момент).

Как видно из результатов испытаний, все передачи оказались работоспособными.

К недостаткам передач в группе 1 следует отнести то, что расчет каждой пары шкивов по среднему шагу данного ремня неприемлем для серийного производства.

Выбор одного и того же размера S_3 в группе передач 2 привел к тому, что для некоторых передач он оказался непригодным. Так, например, если в зацеплении с ремнем находится более 50 зубьев, толщина головки зуба S_3 , равная 1,7 мм, явно завышена.

Передачи, выполненные в соответствии с приведенными в статье расчетами, приемлемы во всех случаях и обеспечивают надежную работу при замене одних ремней на другие, параметры которых соответствуют ОСТ 38 05114—76. Последнее очень важно при эксплуатации передач, а также для их серийного и крупносерийного производства.

На основе накопленного опыта разработаны следующие рекомендации для проектирования, эксплуатации и монтажа плоскозубчатых ременных передач.

Меньшие шкивы в передачах должны иметь фланцы (реборды) с двух сторон.

При межцентровом расстоянии, превышающем более, чем в восемь раз диаметр делительной ок-

ружности малого шкива, больший шкив в передачах должен также иметь два фланца.

В горизонтальных передачах больший шкив должен во всех случаях иметь фланец на нижней стороне.

В остальных случаях наличие одного или двух фланцев определяется конструкцией устройства, в котором применена передача.

Диаметр фланцев должен быть рассчитан по формуле $D_{\text{фл}} = D_{\text{ш}} + 2m$.

Рекомендуемый материал для изготовления шкивов — сталь марок 20, ..., 45, цинковый или алюминиевый сплав.

Для неответственных передач возможно применение в качестве материала шкивов пластмассы различных марок.

В передачах, работающих со скоростью более 2 м/с, шкивы должны балансироваться. Величина дисбаланса устанавливается в зависимости от требований к механизму, в котором применена передача.

В конструкции передачи должны быть учтены следующие требования: параллельность валов, возможность свободной установки и замены ремней, а также осуществления их начального натяжения.

Параллельность валов передач, где малые шкивы работают при частоте вращения ≤ 1500 об/мин, должна быть в пределах $\pm 5'$, а при частоте вращения > 1500 об/мин — $\pm 3'$. Сброс ремня со шкива или смещение его к краю шкива указывает на то, что непараллельность валов выше допустимой величины.

Шкивы в передачах должны быть расположены в одной плоскости. Смещения шкивов относительно этой плоскости не должны превышать 0,2 мм.

Возможность свободной установки ремней и осуществление начального натяжения должно быть обеспечено перемещением одного из валов передачи либо натяжным роликом.

Шкивы передачи, как правило, должны размещаться на консольной части валов для создания удобства при установке и смене ремня.

Величина начального натяжения ремня определяется по формуле

$$2S_0 = 2S'_0 b,$$

где $2S'_0$ — удельное натяжение; b — ширина ремня. Например, для ремней с модулем $m = 2$ мм $2S'_0 = 7$ Н/см, $cm = 3$ мм $2S'_0 = 14$ Н/см.

Проверка величины начального натяжения $2S_0$ ремня в передаче на собранном механизме сопряжена с определенными затруднениями из-за недостатка освобождения шкивов с валами и опорами от деталей, к которым они крепятся.

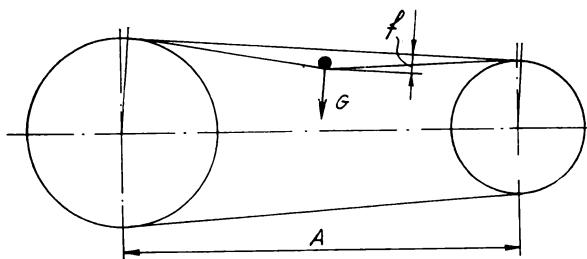


Рис. 8. Схема для определения величины начального натяжения ремня

Легче проверить начальное натяжение, используя схему, приведенную на рис. 8. К середине ветви ремня прикладывают груз G определенной величины, а затем с помощью измерительного инструмента определяют прогиб f ремня. При этом, если прогиб f равен какой-то заранее определенной величине, зависящей от длины ветви, то начальное натяжение будет соответствовать расчетному.

При грузе $G = 10$ Н ремень с модулем 2 или 3 мм и шириной $b = 10$ мм будет иметь нормальное натяжение в том случае, когда $f = 0,0592 A$, где A — межцентровое расстояние шкивов.

Величина прогиба f для требуемого начального натяжения $2S_0$ определяется предварительно на макете при выбранной величине груза G .

При измерении следует учесть, что направление действия груза G должно быть перпендикулярным к плоской (неохватывающей) части ремня. На собранном механизме это можно обеспечить с помощью дополнительных устройств: рычага или блока, а в некоторых случаях — посредством динамометра.

Натяжные ролики могут располагаться как снаружи, так и внутри контура передачи. Внутри контура передачи натяжные ролики должны выполнять зубчатыми так же, как и шкивы, при этом их наружный диаметр должен быть не менее наружного диаметра меньшего шкива передачи.

Ролики снаружи контура должны иметь рабочий диаметр не менее $1,3 D_d$ или $1,3 m z_{\text{ш}}$ меньшего шкива.

Для большей надежности работы передачи узлы натяжных роликов должны жестко крепиться к неподвижным корпусным деталям механизма.

Подшипниковые узлы зубчатоременных и зубчатых колесных передач аналогичны по конструкциям и требованиям к ним.

На рис. 9 представлено приспособление для измерения прогиба ремня при определении его натяжения. Установив линейку 2 на ремень над обоими шкивами, измеряют стрелы прогиба ремня с помощью микрометрической головки 1. При

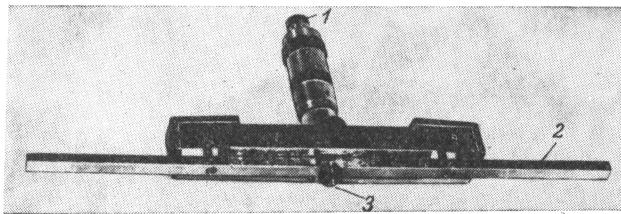


Рис. 9. Приспособление для измерения стрелы прогиба ремня

этом измерительный наконечник 3 должен находиться в точке приложения силы (см. рис. 8), расположющейся на середине длины ветви ремня.

Имеющийся опыт эксплуатации плоскозубчатых ременных передач позволяет выделить некоторые дополнительные требования к качеству изготовления ремней.

1. Зубья ремня должны быть перпендикулярны по отношению к его торцам. Нарушение этого требования приводит к уменьшению прочности ремня, так как при разрезке заготовки (так называемого «викеля» или «рукава») на отдельные ремни заданной ширины перерезаются несколько витков корда. Величина неперпендикулярности зубьев к торцам ремня должна определяться шагом намотки корда. Для ремней с модулем $m = 2$ мм шаг намотки корда равен 1 мм.

В результате нарушения этого требования на торцах ремня появляются несколько концов корда, которые легко отделяются от тела ремня, что приводит к порче ремня в процессе эксплуатации, а также может вызвать травматизм обслуживающего персонала.

2. Ремни в свободном состоянии, до их установки на шкивы, не должны скручиваться в «восьмерку». Нарушение этого требования ведет к неравномерному натяжению ремня по его ширине в процессе эксплуатации, а также — к появлению

возможности сбрасывания ремня со шкивов в процессе эксплуатации.

3. Недопустимы наплыты резины на зубчатой поверхности ремня и неравномерность размера его полной высоты H (см. рис. 2). Наличие этого недостатка приводит к непостоянству натяжения в течение каждого оборота ремня.

Следствие этого недостатка — появление неравномерности скорости вращения, дополнительной нагрузки на шкивы и шума передачи.

4. Недопустим изменения шагов зубьев ремня сверх допустимой величины в местах стыка частей прессформы. Наличие этого недостатка может привести к сбросу ремня при входе в зацепление со шкивом зубьев с неправильным шагом.

Выводы

1. Надежная работа зубчатоременных передач обеспечивается при введении в расчеты шкивов поправки K_0 , зависящей от количества зубьев, а также введении рассчитанного размера толщины головки зуба S_g , которая определяется количеством зубьев, находящихся одновременно в зацеплении со шкивом. Это подтверждено проведенными в ОКБ опытными и эксплуатационными испытаниями как на образцах киноаппаратуры, так и на специальном стенде.

2. Введение поправок в расчеты шкивов должно быть учтено ЭНИМСом и НИИРПом при последующем издании методических указаний и разработке новых отраслевых стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев И. И. Передачи гибкой связью в приводах станков. М., «Машиностроение», 1971.
2. Расчет, проектирование и эксплуатация передач с зубчатым ремнем. М., ОНТИ ЭНИМС, 1972.
3. Миловидов С. С. Детали машин и приборов. М., «Высшая школа», 1971.
4. Эпштейн В. Р., Соколов А. В., Малахова И. И. Особенности применения и технологии изготовления зубчатоременных передач в киноаппаратуре. — «Труды ЛИКИИ», 1977, вып. XXX, с. 120—132.

Светопропускающий стереоэкран

Б. И. Белоусов, Г. А. Вишневская

В ряде задач отображения информации требуется осуществлять проекцию стереоскопических изображений «на просвет». Для этих целей в безочковых методах отображения обычно применяют линзо-растровый экран с параллельным расположением цилиндрических линз [1]. Существенным недостатком стереоскопической проекции на такой экран, как известно [2], является необходимость расположения зрителей только в плоскости, параллельной плоскости экрана, где образуются зоны стереовидения. Свободна от указанного недостатка система проекции на стереоэкран, в котором вместо растров с цилиндрическими линзами используются центрированные радиально-перспективные линзовые растры [3]. Однако до последнего времени из-за трудностей, связанных с нестабильностью технологии изготовления растров, сложностью юстировки экрана, паразитным муарообразованием и др., проблема создания стереоэкранов этого типа оставалась нерешенной. Вновь вернувшись к этой проблеме, когда возникла необходимость решить вопрос о стереоскопической проекции в слабо затемненных помещениях (стереоскопия в обучении, в телевидении — для контроля производственных процессов и др.).

В настоящей работе дан краткий анализ структуры светопропускающего стереоэкрана и стереоскопической проекции на него с целью определения основных требований к параметрам экрана, режимам изготовления его составных частей и юстировки стереоэкрана в целом.

На рис. 1 показана схема светопропускающего стереоэкрана, в котором каждый линзовый растр представляет собой множество конических линз, образующих периодическую систему сегментов конических поверхностей, сходящихся в точке O , носящей название точки схода. За период линзового растра принимают расстояние по горизонтали между вершинами соседних единичных линз, причем в горизонтальных сечениях он постоянен. Изменение периода линзового растра вдоль оси симметрии определяется выражением [2] $dt = t_0 dh/h_0$, где t_0 — период растра на расстоянии h_0 от точки схода.

Рис. 1. Схема светопропускающего стереоэкрана:
1, 3 — линзовы растры; 2 — поверхность с направленно-рассеянным светопропусканием: f_{1H} , f_{2H} и f_{1B} , f_{2B} — фокусные расстояния линз нижней и верхней частей линзовых растров 1 и 2 соответственно

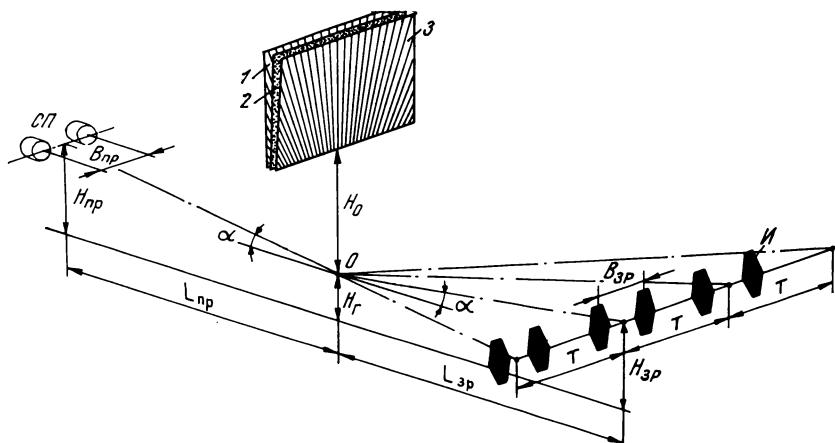
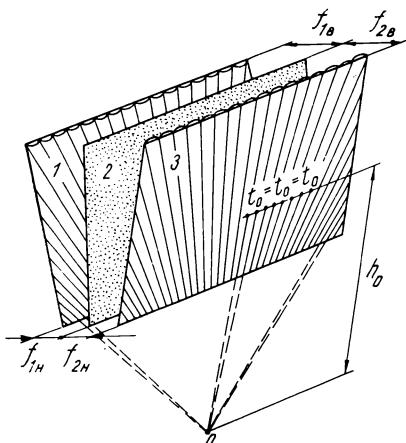


Рис. 2. Оптическая схема проекции на светопропускающий экран

При проекции стереопары на экран (рис. 2) линзовый растр 1 формирует в фокальной плоскости, совпадающей с поверхностью 2, изображения зрачков проекционных объективов в виде светлых полос, сходящихся в точке, соответствующей точке схода растра.

Рассмотрим муаровую картину, образованную при модуляции света от изображения полос на поверхности 2 линзовым растром 3. Выделим в ней полезную и паразитную составляющие. Полезная муаровая картина соответствует идеальной согласованности растров 1, 3 и поверхности 2 как по оптическим параметрам, так и по их геометрическому расположению. В пространстве изображений эта муаровая картина имеет вид расходящихся световых пучков, период которых $T = t_{1,2}L_{\text{зр}}/f_{1,2}$, где $f_{1,2}$, $t_{1,2}$ — соответственно фокусное расстояние и период линзовых растров (при $f_1 = f_2$ и $t_1 = t_2$); $L_{\text{зр}}$ — расстояние от экрана до зрителя, а зрительский базис зон видения $B_{\text{зр}} = L_{\text{зр}}B_{\text{пр}}/L_{\text{пр}}$, где $B_{\text{пр}}$ — проекционный базис; $L_{\text{пр}}$ — расстояние от стереопроектора до экрана.

Если центры проекционных объективов стереопроектора СП расположены на высоте $H_{\text{пр}}$, а экран — на высоте $(H_{\text{г}} + H_0)$, то расстояние от зрителя до экрана найдем из выражения $L_{\text{зр}}(H_{\text{зр}} - H_{\text{г}})L_{\text{пр}}/(H_{\text{пр}} - H_{\text{г}})$, где $H_{\text{г}}$ — расстояние от пола до точки схода экрана; H_0 — расстояние от точки схода до нижнего края экрана.

Светопропускающий стереоэкран формирует изображения зрачков I в зоне стереовидения в плоскости, проходящей через линию пересечения плоскостей растров экрана и образующей с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = \arctg(H_{\text{пр}} - H_{\text{г}})/L_{\text{пр}}$. Очевидно, что если точка схода стереоэкрана и центры зрачков проекционных объективов расположены на одной высоте относительно плоскости пола зрительного зала, то зоны стереовидения лежат в плоскости, параллельной последней.

При геометрической несогласованности структур растров экрана в зоне видения наблюдается паразитная муаровая картина: на экране чередуются темные и светлые линии, нарушающие восприятие изображения. Так как изображение на экране рассматривается с расстояния, значительно большего, чем расстояние между поверхностью 2 и линзовым растром 3 (см. рис. 2), то паразитную муаровую картину можно рассматривать как резуль-

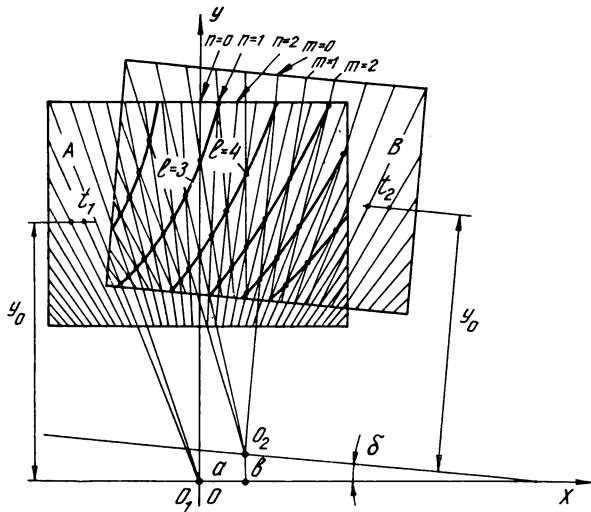


Рис. 3. Формирование паразитной муаровой картины_стереоэкрана

тат взаимодействия двух растровых структур, расположенных в одной плоскости.

Пусть в плоскости xy декартовой системы координат x, y помещена растровая структура A (рис. 3), соответствующая изображению на поверхности экрана с направленно-рассеянным светопропусканием, причем ее точка O_1 совпадает с началом координат. Этую растровую структуру можно описать уравнением:

$$y = \frac{y_0}{t_1 n} x, \quad (1)$$

где y_0 — расстояние от точки схода до сечения раstra структуры, имеющего период раstra t_1 ; n — номер отдельной линии раstralой структуры, отсчитанной от оси y .

Выражение для семейства линий B , соответствующего линзовому раству 3 (см. рис. 2), имеет следующий вид:

$$y = \frac{t_2 m \operatorname{tg} \delta + y_0}{t_2 m - y_0 \operatorname{tg} \delta} (x - a) + b, \quad (2)$$

где t_2 — период раstra B на расстоянии y_0 от точки схода; m — номер отдельной линии раstra, отсчитанный от линии, составляющей с осью y угол δ ; δ — угол между растревыми линиями структур A и B при $n = m$; a, b — координаты точки схода O_2 раstra B по осям x и y соответственно.

Взаимодействие растров A и B приводит к образованию муаровых полос (см. рис. 3). Воспользуемся условием формирования муаровых полос [5]:

$$n - m = l, \quad (3)$$

где l — номер муаровой полосы.

Подставляя в (3) значения n и m из (1) и (2), найдем уравнение паразитной муаровой картины:

$$+ t_1(y_0 \operatorname{tg} \delta + lt_2)y^2 + y_0 t_1 \operatorname{tg} \delta x^2 - [y_0(t_2 - t_1) + lt_1 t_2 \operatorname{tg} \delta]xy - [y_0 t_1(b \operatorname{tg} \delta + a) - lt_1 t_2(a \operatorname{tg} \delta - b)]y + y_0 t_2(b - a \operatorname{tg} \delta)x = 0. \quad (4)$$

Уравнение (4) связывает геометрические параметры растворов, их взаимное расположение с формированием паразитной муаровой картины.

При юстировке экрана подавление паразитной муаровой картины производится с помощью независимых переме-

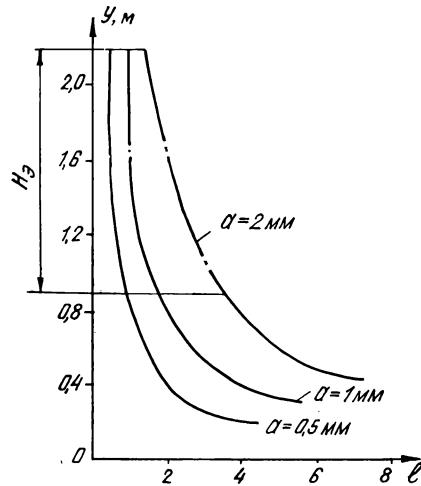


Рис. 4. Зависимость координаты y от номера паразитной муаровой полосы I

щений линзового раstra по координатным осям. В связь с этим в качестве примера рассмотрим чистый сдвиг раstra B по оси x относительно центральной растровой структуры A ($b = 0$; $\operatorname{tg} \delta = 0$). В этом случае уравнение (4) при $t_1 = t_2 = t$ примет вид:

$$y = \frac{y_0 a}{l t}. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что в рассмотренном случае муаровая картина представляет собой семейство прямых, параллельных оси x , причем их пространственная частота увеличивается с ростом номера муаровых полос (рис. 4). Кривые $y = f(l)$ построены для различных значений a (численные значения параметров $y_0 = 1600$ мм при $t' = 1$ мм взяты для существующих линзовых растров). Отложим по оси y высоту стереоэкрана H_0 . Тогда из графика получаем, что при $a = 2$ мм на экране будут наблюдаться муаровые полосы с параметрами $l = 2; 3$; при $a = 1$ мм — одна полоса ($l = 1$), а при $a \leqslant 0,5$ мм в зоне экрана параллельная муаровая картина отсутствует.

Важное место в формировании зон стереовидения экрана занимает поверхность с направленно-рассеянным светопропусканием. Индикатриса рассеяния этой поверхности определяет количество зон стереовидения. На рис. 5 показана оптическая схема проекции на стереоэкран для определения связи между индикатризой рассеяния IR , условиями проекций и параметрами стереоэкрана.

Половина полезной ширины зала на расстоянии $L_{\text{бр}}$ от экрана

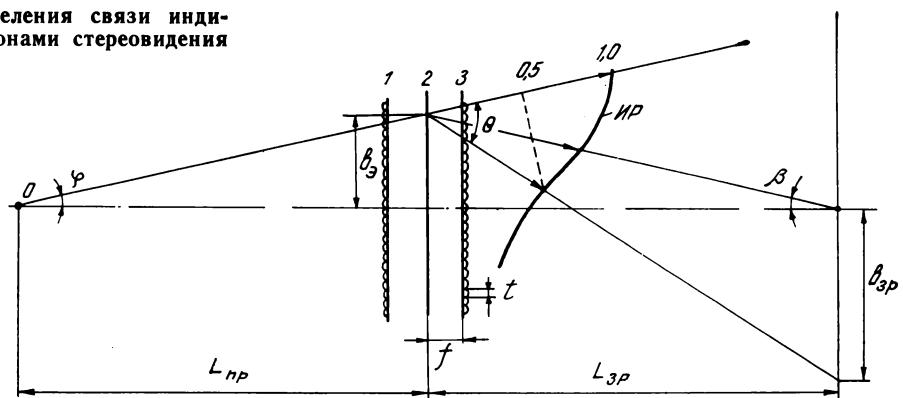
$$b_{3p} = kNL_{3p}, \quad (6)$$

где $k = t/f$ — постоянная линзового растра; $2N$ — количество полезных (в соответствии с полезным углом индикаторы рассеяния) зон стереовидения, и половина полезного угла рассеяния (по уровню 0,5) индикаторы с направленно-рассеянным светопропусканием

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{b_3 + kNL_{3p}}{L_{3p}} + \operatorname{arctg} \frac{b_3}{L_{11p}}, \quad (7)$$

где $2b_3$ — ширина стереоэкрана; $L_{\text{пр}}$ — расстояние от стереопроектора до экрана. Из выражений (6) и (7) можно

Рис. 5. Оптическая схема для определения связи индикаторы рассеяния стереоэкрана с зонами стереовидения



где 2φ — угол проекции; 2β — угол наблюдения из центральной зоны на расстоянии L_{3p} от экрана.

Таким образом, при выборе светорассеивающей поверхности необходимо учитывать условия проекции, свойства линзовых растров экрана и требуемое количество зон стереовидения.

Для расчета полезного количества зон при известной индикаторице рассеяния поверхности с направленно-рассейенным светопропусканием удобно пользоваться выражением:

$$N = \frac{\operatorname{tg} \theta (L_{np} L_{3p} - b_3^2) - b_3 (L_{np} + L_{3p})}{k L_{3p} (L_{np} + b_3 \operatorname{tg} \theta)}. \quad (9)$$

Проведенные исследования легли в основу создания светопропускающего стереоэкрана. В качестве поверхности с направленно-рассейенным светопропусканием использовали стекло, матированное порошком М-20 (полезный угол рассеяния $2\theta = 30^\circ$). Линзовы растры были изготовлены фотомеханическим методом на хромированной желатине, причем отклонения параметров одного растра по отношению к другому не превышали: по фокусному расстоянию — 1,0 мм, по периоду — 0,01 мм. Все оптические поверхности были установлены в специальной раме¹ с кюстировочными узлами, обеспечивающими необходимые степени свободы перемещений линзовых растров относительно светопропускающей поверхности. Экран имеет следующие параметры: площадь — $900 \times 1200 \text{ mm}^2$, периоды и фокусные расстояния растров по нижнему и верхнему сечениям соответственно равны: $t_h = 0,80 \text{ mm}$; $t_v = 1,4 \text{ mm}$; $f_h = 23 \text{ mm}$; $f_v = 40 \text{ mm}$; $H_0 = 890 \text{ mm}$. Коэффициент сепарации, измеренный по методике [6], равен 84 %.

Проекцию на стереоэкран осуществляли с помощью девятиобъективного проектора ИСПА-9 (проекция девяти статических стереокадров-диапозитивов), а также диaproектора «Протон» со стереонасадкой, состоящей из двух объективов (проекция диапозитива-стереопары). В обоих случаях наблюдали хорошее стереоскопическое изображение высокой яркости. На рис. 6 показано изображение, сфотографированное из зоны видения стереоэкрана. Общая фоновая засветка экрана и зрительских мест до 50 лк не мешает восприятию стереоизображения, что дает возможность осуществлять проекцию в незатемненном помещении.

При проекции двух сопряженных стереоизображений (при $L_{np} = L_{3p} = 4 \text{ м}$) на светопропускающий экран в плоскости, сопряженной с плоскостью стереопроектора, формируются 10 зон стереовидения. Расчет количества зон, проведенный по формуле (9), полностью соответствует экспериментальным результатам.

¹ Конструкция рамы для светопропускающего экрана разработана М. Б. Меерзоном в Опытном производстве НИКФИ.

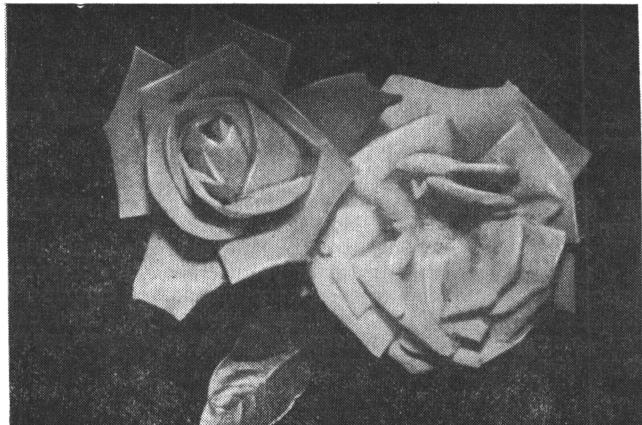


Рис. 6. Изображение на стереоэкране, сфотографированное из зоны видения

Светопропускающий стереоэкран может найти широкое применение для демонстрации в небольших аудиториях (более 25 человек) стереодиафильмов, стереодиапозитивов на выставках, в рекламе, культурной, политической и воспитательной работе, в стереотелевидении.

В проведении экспериментов участвовали В. А. Державин, А. Я. Мутьков.

ЛИТЕРАТУРА

- Смолович А. М., Акимакина Л. В., Дударева Л. Г. Особенности проекции трехмерных изображений на линзо-растровый просветный экран. — «Труды НИКФИ», 1976, вып. 82, с. 52—59.
- Валюс Н. А. Растворные оптические приборы. М., «Машиностроение», 1966.
- Иванов С. П. Светосильный линзо-растровый стереоэкран. Авт. свид. № 57019, 1935.
- Иванов Б. Т. Стереокинотехника. М., «Искусство», 1956.
- Дюrellи А., Паркс В. Анализ деформаций с использованием муара. М., «Мир», 1974.
- Акимакина Л. В. Методика определения основных параметров растровой стереокинопроекции. — «Труды НИКФИ», 1959, вып. 31, с. 83—87.

Проекция пространственных изображений на просветный экран с гексагональным растром

Л. В. Акимакина, В. Г. Комар

Система безочкового стереокинематографа, осуществленная С. П. Ивановым, основывалась на использовании перспективных линзо-растровых экранов и одной стереопары изображений при съемке и проекции. Как известно, основной недостаток такой системы заключался в необходимости выбора определенной позиции наблюдателя и строгого соблюдения этого положения в процессе демонстрирования стереокинофильма.

Для устранения этого недостатка была разработана система интегральной съемки и проекции стереоизображений [1], обеспечивающая создание широкой зоны стереоскопии для каждого наблюдателя за счет использования многообъективных систем при съемке и проекции. Были разработаны и изготовлены макеты аппаратов для съемки и проекции интегральных диа- и киноизображений [2, 3]. Применение в этих аппаратах девяти объективов для съемки и проекции обеспечивало широкую зону стереоскопии (до 190 мм) при использовании 35-мм кинопленки или 190-мм аэропленки.

В общем случае можно утверждать, что в этих системах в различных ракурсах снимаемого объекта фиксировались в n плоских кадрах на пленке и различались положением точки обзора снимаемого объекта, значит, и величиной горизонтального параллакса. Число ракурсов объемного изображения определялось числом объективов при съемке и составляло: один ракурс при одностереопарной съемке и $(n-1)$ ракурсов при съемке n объективами.

В этих системах отличительная особенность стереоскопического изображения, заключающаяся в возможности вывода деталей кадра с плоскости экрана в пространство зрительного зала, для небольших расстояний проекции неизменно сопровождалась разрывом аккомодации и конвергенции глазного аппарата наблюдателя и создавала поэтому определенную дополнительную психофизиологическую нагрузку.

Известен другой путь [4] получения пространственного изображения на экране. Это способ съемки и проекции одного, но объемного изображения объекта. Для осуществления такой съемки и проекции необходимо применить, например, линзовый растр, состоящий из цилиндрических или сферических линз. В этом случае растровая съемка должна производиться одним объективом большего диаметра, имеющего $D > B_{\text{вр}}$. Размеры и конфигурация выходного зрачка объектива при съемке будут определять пределы изменения плавно меняющихся ракурсов, а при проекции — размер зоны, из которой можно будет видеть объемное изображение на специальном экране. Учитывая, что свобода смещения зрителя в зале стереокинотеатра ограничена его зрительским местом, зону шириной 200—300 мм можно считать вполне достаточной для создания благоприятных условий рассматривания объемного изображения.

Для осуществления такой системы кинематографа прежде всего необходимо было создать растровую кинопленку. Работы по созданию такой пленки проводились в НИКФИ совместно с ГосНИИхимфотопроектом. Эти работы предусматривали изготовление 70-мм кинопленки, у которой с одной стороны расположен эмульсионный слой (черно-белый или цветной), с другой — растр из сферических элементов (шага $a=0,06$ мм). Структура размещения растровых оптических элементов должна быть гексагональной, и поэтому основания линз, подобно пчелиным сотам, должны быть шестиугольными. К сожалению, эти работы не были доведены до экспериментальных образцов кинопленок, а ограничены созданием только растровой основы пленки. Создание растровой пленки позволило бы использовать существующее кинотехнологическое оборудование для

съемок и проекции пространственных цветных изображений.

Как было сказано выше, восприятие пространственного изображения на экране без каких-либо очков большим количеством зрителей возможно только при использовании специального экрана, формирующего отраженные от экрана лучи в зоны. До сих пор в качестве такого экрана использовались линзо-растровые экраны (с цилиндрическими или коническими линзами), принципиальной особенностью которых как раз и является возможность формирования зон одновременно для большого количества зрителей.

В НИКФИ разработана универсальная технология изготовления линзо-растровых экранов больших размеров, на основе которой были изготовлены экраны площадью до 12 м^2 с перспективным линзовым растром для стереокинотеатров ряда городов страны. Эти экраны обеспечивают создание зон стереоскопии для 300—400 зрителей. В настоящее время в НИКФИ [5, 6] разрабатываются новые способы изготовления специальных экранов, основанные на использовании голограммической записи для формирования зон стереоскопии. В 1976 г. был изготовлен образец голограммического экрана размером 60×80 см для двух наблюдателей.

В связи с тем что голограммические экраны обладают хроматическими aberrациями, были продолжены работы по исследованию использования возможностей линзо-растровых экранов со сферическими элементами. Проекция объемного растрового изображения на линзо-растровый просветный экран с цилиндрическими линзами была впервые осуществлена в 1976 г. на статических изображениях [7].

Анализ восприятия таких пространственных изображений на экране показал, что при выводе объектов кадра из плоскости экрана не происходит разрыва аккомодации и конвергенции и по этой причине пространственное изображение легко воспринимается наблюдателем. При этом в плоскости экрана (если приложить к нему лист белой бумаги) изображения этих объектов кадра видны нерезкими, расфокусированными.

В это же время была осуществлена первая попытка и доказана принципиальная возможность проекции объемных голограммических изображений на линзо-растровый просветный экран. При проведении этих экспериментов было замечено, что с увеличением расстояния l' (на которое воспроизведимый объект выходит за плоскость экрана) резкость воспроизведения снижается. Такая закономерность объясняется прежде всего тем, что в этих исследованиях использовался просветный линзо-растровый экран с цилиндрическими линзами.

Как показано на рис. 1, оптические элементы такого линзо-растрового экрана по-разному преломляют лучи в меридиональном и в сагиттальном сечении: если в сагиттальном сечении (рис. 1, а) лучи фокусируются в точку на просветной поверхности экрана, то в меридиональном сечении лучи проходят растровую поверхность без преломления (как через плоско-параллельную пластину) в результате этого наблюдатель видит точку a'' в виде узкой линии высотой δ (рис. 1, б). Как видно из приведенной схемы, величина размытия горизонтальных контуров изображения δ пропорциональна размеру выходного зрачка объектива по вертикали. Очевидно, что в случае стереопроекции на экран с растром из цилиндрических или конических линз оптимальным будет зрачок в виде горизонтальной щели. Размытие горизонтальных контуров изображения может быть полностью устранено, если использовать для стереопроекции растровый экран со сфериче-

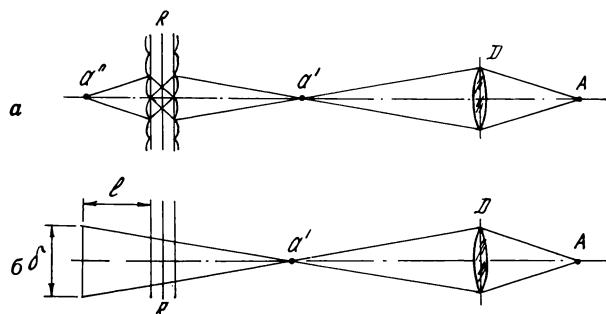


Рис. 1. Ход лучей в сагиттальном (а) и меридиональном (б) сечениях

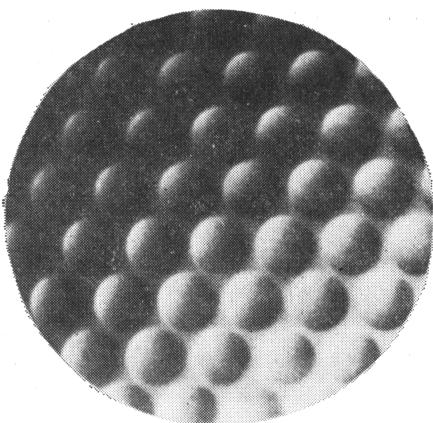


Рис. 2. Микрофотография линзового растра, изготовленного с диафрагмированием межлинзовых промежутков

скими линзовыми элементами, рефракция которых изотропна.

На основе разработанной в НИКФИ фотомеханической технологии были изготовлены линзовы растры со сферической поверхностью микролинз и гексагональной структурой расположения. С такими растрами впервые был смонтирован просветный экран размером 60×60 см. Основные параметры линзовых растров экрана: шаг оптических элементов $t = 0,44$ мм, диаметр линз $d = 0,26$ мм, фокусные расстояния линз растра $F = 2,9$ мм, толщина стеклянной подложки растровых пластин $\delta = 5$ мм. Растры изготовлены с диафрагмированием линзовых промежутков черным непрозрачным слоем (рис. 2).

Изготовление просветного линзо-растрового экрана гексагональной структуры является весьма сложной технологической задачей, так как требуется изготовление двух линзовых растров с большой степенью равномерности значений F по полю большой стеклянной пластины. Фокальные плоскости обоих растров должны быть совмещены на просветной поверхности, располагаемой между растрами. Так как юстировка трех плоских поверхностей большого размера чрезвычайно сложна, целесообразно нанести просветную поверхность на обратную сторону одного из растров. С этой целью фокусные расстояния линз одного из растров должны точно соответствовать толщине стеклянной подложки растра. По этому требованию точность изготовления линзовых растров экрана $\Delta F = \pm 0,05$ мм. Для точного совмещения линзовых элементов растров между собой при монтаже просветного экрана на крайних участ-

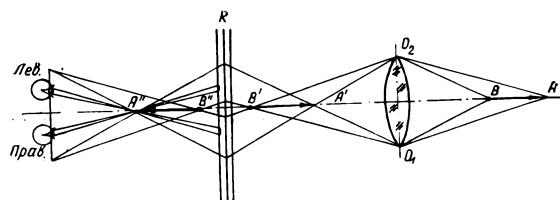


Рис. 3. Принципиальная схема получения инвертного пространственного изображения, рассматриваемого на растровом экране

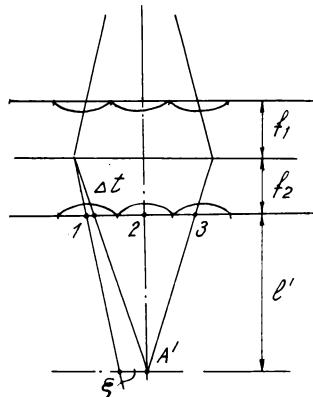
ках растрового поля были изготовлены специальные юстировочные метки.

На рис. 3 представлена схема, объясняющая принцип точечного фокусирования лучей, формирующих изображение пространственного объекта просветным растровым экраном. Объект AB изображается объективом $O_1 O_2$ в положении $A'B'$. В результате наблюдатель увидит изображение $A''B''$ так, что направление стрелки будет противоположным. Из этой схемы следует вывод о том, что линзо-растровый экран дает действительно прямое, но инвертное изображение объекта. Как видно из схемы, чем дальше объект выходит из плоскости экрана, тем большее количество лучей растровых элементов участвует в фокусировке лучей. Отсюда вытекают жесткие требования к точности расположения элементов растра по шагу t .

Действительно (рис. 4), величина смещения оптического центра линзы на величину Δt приведет к некоторой размытости изображения в точке A' , и в результате точка A' будет восприниматься в виде кружка рассеяния диаметром ξ , величина которого пропорциональна t' . Чтобы оценить и вычислить абсолютное значение диаметра кружка рассеяния, необходимо знать величину возможного смещения центров линз растра. Учитывая, что обычно полиграфические растры (используемые в фотомеханической технологии в качестве исходных растров-негативов) имеют допуск на отклонение по шагу растровых элементов $\Delta t = \pm 3$ мкм, например, при $F = 3,0$ мм и $t' = 200$ мм получим кружок размытия $\xi = 0,2$ мм. Для зрителя, рассматривающего растровое изображение с близкого расстояния, такая величина была бы эквивалентна заметной нерезкости деталей наблюдаемых объектов, расположенных вне плоскости экрана.

Оценивая причины некоторой нерезкости объектов, расположенных вне плоскости растрового экрана, следует иметь в виду то обстоятельство, что в глаза наблюдателя попадают не все лучи, пересекающиеся в точке A'' , а лишь узкие пучки x_1 и x_2 , соответствующие диаметрам зрачков глаз наблюдателя (см. рис. 3). По этой причине кружок рассеяния оказывается меньшим, чем это можно было бы

Рис. 4. Влияние ошибок ритма растровых элементов на размытость изображения



ожидать, исходя из ошибок в точности расположения растровых элементов по шагу.

Съемка пространственного изображения имеет определенные особенности. Съемочный объектив формирует в пространстве изображений объемную модель снимаемого объекта. Размеры изображения во всех трех измерениях сжаты. Так, все пространство перед объективом от бесконечности до $l=2F$ отображается вдоль оси объектива в пределах отрезка $(F, 2F)$. Очевидно, что чем короче фокусное расстояние съемочного объектива, тем меньше по глубине протяженность отображаемого пространства.

При проекции пространственного изображения на растровый экран происходит увеличение третьего измерения. Коэффициент такого увеличения зависит от допустимой степени нерезкости объектов, расположенных перед плоскостью экрана при заданном расстоянии рассматривания. Экспериментальное исследование резкости пространственного изображения в зависимости от протяженности изображения по глубине и расстояния его выхода из плоскости экрана определялось по плоской штриховой мере, имеющей набор квадратов с различным шагом штрихов.

При фокусировке меры в плоскости экрана наблюдатель видит максимальное разрешение. При смещении меры из этого положения на величину $\pm\Delta F$ изображение меры воспринимается или за экраном, или перед ним, на расстоянии l' . Рассматривая изображение меры, можно для каждого l' (соответственно ΔF) определить визуально номер разрешаемого квадрата меры. Последующий пересчет величины шага разрешаемого квадрата позволяет рассчитать величину разрешения изображения в угловой мере.

Испытания проводились с объективом ПО-251-1 ($F=251$ мм, относительное отверстие $1:1,3$), изготовленным ОП НИКФИ специально для голографической проекции на экран. При испытаниях расстояние от объектива до экрана $L=1450$ мм, расстояние от экрана до глаз наблюдателя $l'=1400$ мм.

На рис. 5 кривая I иллюстрирует зависимость разрешения (в угловой мере) от величины смещения меры по оптической оси на величину $\pm\Delta F$. При выходе объектов изображения на величину до $l'=300$ мм перед экраном (кривая II) разрешение изображения уменьшается от $50''$ (в плоскости экрана) до $1'20''$. При перемещении объектов изображения за экран на расстояние $l'=500$ мм разрешение несколько падает: от $50''$ до $1'05''$.

По данным эксперимента можно сделать вывод, что растровые экраны гексагональной структуры, воспроизводящие изображения протяженностью по глубине сцены до

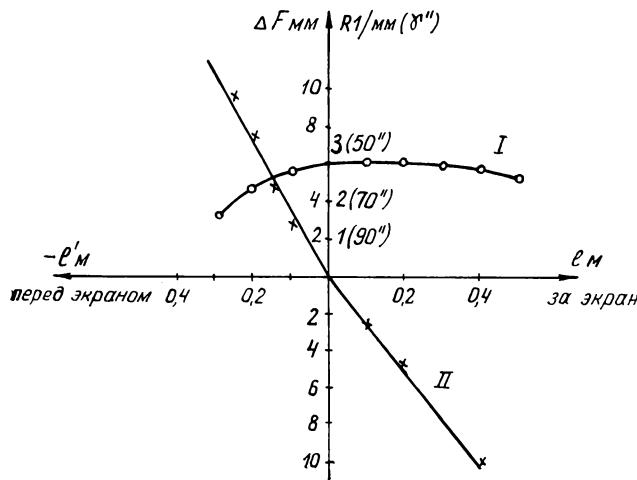


Рис. 5. Зависимость визуального углового разрешения от смещения объекта

0,8 м, обеспечивают при рассматривании с расстояния около 1,5 м хорошее качество по разрешению.

Практически этого вполне достаточно, например, для проекции голографического киноизображения, снятого объективом $F=150$ мм на пленку шириной 70 мм. Глубина голограмм — кадров на пленке составляла лишь 6—7 мм, однако при этом обеспечивалось воспроизведение объектов протяженностью по глубине около 1 м, снятых с расстояния $L=1,5$ м.

Учитывая, что для проекции на просветный растровый экран необходимо псевдоскопическое изображение, в экспериментальных исследованиях использовались три варианта псевдоизображения: растровое изображение, маска объекта с обратным рельефом или голограмма.

Проекция голограмм технически наиболее сложна, так как требует источников когерентного излучения с определенной длиной волны, а при использовании сфокусированных голограмм — увеличенной мощности. В работе использовались сфокусированные голограммы на 70-мм пленке, которые были сняты в НИКФИ в 1976 г. для демонстрации возможностей системы голографического кинематографа [5, 6]. На рис. 6 приведена схема восстановления кадра голографического кинофильма при проекции на растровый экран: S — источник света в виде ртутно-кварцевой лампы СВДШ-1000; K — конденсор осветителя, передающий изображение разряда лампы на диафрагму D ; O' — линза, обеспечивающая параллельный пучок света при освещении голограммы; R — растровый просветный экран.

Схема расположения зон экрана гексагональной структуры повторяет структуру расположения элементов растра. Как показано на рис. 7, экран размером 60×60 см обеспечивает в пределах угла $\sim 30^\circ$ формирование приблизительно 25 зон. Большая протяженность зон по оси зрительного зала позволяет использовать даже при этом небольшом размере растрового экрана два ряда сидящих зрителей и один ряд зрителей, рассматривающих изображение на экране стоя. Яркость изображения на экране максимальна для центральных зон и уменьшается при смещении зрителя с оси зала, т. е. для боковых зон. На рис. 7 цифры представляют величину яркости поля экрана (в kD/m^2) для различных зон. Падение яркости для боко-

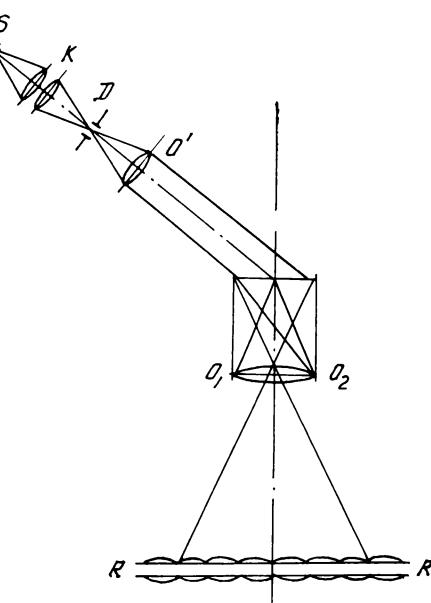


Рис. 6. Схема восстановления голографического изображения при проекции на растровый экран

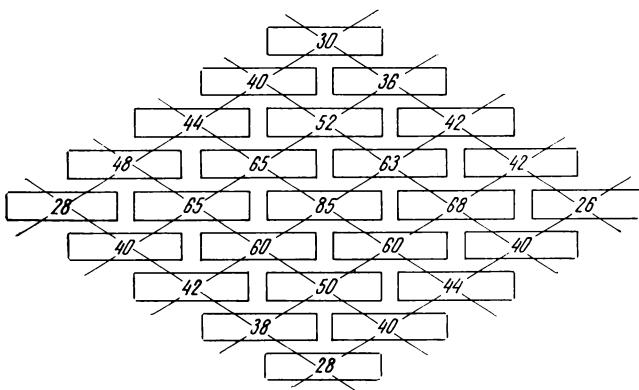


Рис. 7. Схема расположения зон гексагонального линзопастрострового экрана

вых зон объясняется направленностью специальной растровой просветной поверхности экрана.

На рис. 8 приведена кривая I коэффициента яркости просветной поверхности, использованной в данном образце экрана. Для сравнения на этом же рисунке представлена кривая II яркости обычной матовой поверхности на стекле. Как видим, просветная поверхность растрового экрана имеет менее выраженную направленность и поэтому позволяет увеличить яркость для наблюдателей боковых зон. Замеры яркости экрана для различных мест одной зоны показывают, что в пределах зоны яркость существенно не меняется.

Рассматривая вопрос о яркости изображения на растровом экране, следует иметь в виду то, что использованный в данных исследованиях экземпляр растрового экрана был изготовлен с большой степенью диафрагмирования межлинзовых промежутков [8]. При шаге растровых элементов $t=0,44$ мм и диаметре линз $d=0,26$ мм площадь, занятая оптическими элементами, составляет всего лишь 18%. Это значит, что 82% света теряется за счет диафрагмирования поверхности растра.

Замеры яркости поля экрана по центру показали, что если яркость поля экрана из центральной зоны $B=85$ кд/м², то яркость белой диффузной поверхности перед экраном $B_1=70,5$ кд/м². Таким образом, даже при такой малой светосиле растрового экрана, когда относительное отверстие линз растра равно 1 : 11, коэффициент яркости всей оптической системы растрового экрана $K=B_2/B_1=1,2^x$. Это свидетельствует о большом выигрыше в яркости, достигаемом при проекции на экран с гексагональным растром.

Аналогичные замеры коэффициента увеличения яркости при проекции были произведены на образце просветного растрового экрана, изготовленного без диафрагмирования растровых элементов, когда линзы растра имеют шестигранные основания и располагаются вплотную одна к другой. Как показали замеры, при светосиле линз растра 1 : 3 достигается выигрыш в яркости изображения на экране $K=52-60^x$. Это обстоятельство позволяет рекомендовать использование растровых экранов для повышения яркости изображения при проекции как плоских, так и объемных изображений.

Выходы

Растровые экраны с гексагональными линзовыми растрами обеспечивают воспроизведение на экране простран-

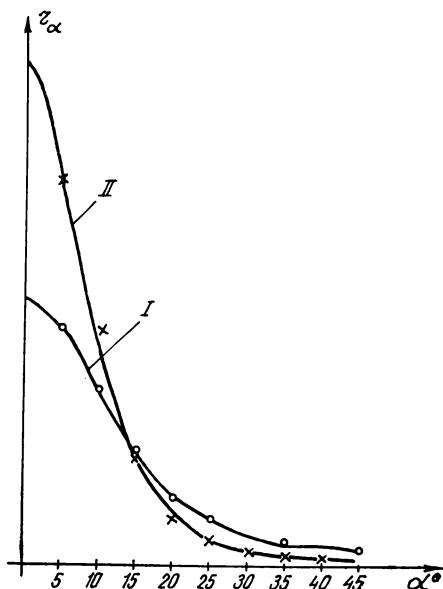


Рис. 8. Кривые коэффициентов яркости просветной поверхности (I) растрового экрана и матового стекла (II)

ственных изображений высокого качества и яркости для большой группы наблюдателей. Просветный растровый экран может быть наиболее эффективно использован для проекции объемных растровых и голограммических изображений

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Иванов С.П., Акимакина Л.В. Авт. свид. № 138141.—Бюл. «Изобретения...», 1961, № 9.
- Акимакина Л.В., Комар В.Г., Мельникова Н.В. Растворные экраны 1,2×1,25 для показа стереодиафильмов на ЭКСПО-70.—«Техника кино и телевидения», 1970, № 10, с. 28—32.
- Акимакина Л.В., Большаков Н.И. Основные принципы интегрального стереокинематографа.—«Киномеханик», 1973, № 10, с. 34—37.
- Валюс Н.А. Стереоскопия. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Комар В.Г., Соболев Г.А. Применение голограммических методов в кинематографии.—«Труды НИКФИ», 1972, вып. 65, с. 11—56.
- Комар В.Г. О возможности создания театрального голограммического кинематографа с цветным объемным изображением.—«Техника кино и телевидения», 1975, № 4, с. 31—39; № 5, с. 34—44.
- Акимакина Л.В., Дударева Л.Г., Комар В.Г., Серов О.Б., Соболев Г.А. Проекция объемных голограммических и растровых изображений на линзово-растровые экраны.—«Техника кино и телевидения», 1976, № 3, с. 16—20.
- Акимакина Л.В., Иванов С.П. Авт. свид. № 201923.—Бюл. «Изобретения...», 1967, № 18.

Определение наноса галоидного серебра на кинопленках методом потенциометрического титрования

Г. В. Величко, Е. Г. Шейнис

В настоящее время в практике контрольно-измерительных лабораторий (КИЛ) кинокопировальных фабрик и цехов обработки киностудий для определения наноса галоидного серебра на кинопленках используют многостадийный метод анализа, состоящий из следующих процессов: растворение галоидного серебра эмульсионного слоя тиосульфатом натрия, осаждение сернистого серебра сульфидом натрия, растворение осадка азотной кислотой и титрование образовавшегося азотокислого серебра по методу Фольгарда [1, 2]. Метод длителен (продолжается около 5 ч) и трудоемок, причем он дает, как правило, заниженное содержание серебра в сравнении с паспортными данными заводов — изготовителей кинопленок, полученными цианометрическим методом. Цианометрический метод, принятый Минхимпромом и Госкино СССР в качестве арбитражного для определения наноса серебра на кинопленках, заключается в растворении галоидного серебра эмульсионного слоя цианистым калием, избыток которого титруется нитратом серебра в присутствии йодистого калия [1, 2]. Метод неприемлем для проведения массовых анализов в условиях КИЛ фабрик и цехов обработки пленки киностудий в связи с использованием высокотоксичного вещества — цианистого калия и с необходимостью выделения вследствие этого специального помещения для проведения анализов и хранения химиката.

В связи с тем что эффективность работ, связанных с возвратом серебра в процессе обработки кинопленок, в значительной степени зависит от наличия надежных и достаточно простых методов его определения, задачей настоящего исследования явилось изыскание метода анализа наноса серебра на кинопленках взамен принятого в настоящее время на предприятиях Госкино СССР.

Ознакомление с литературными данными по методам анализа серебра, находящегося в кинофотоматериалах и обрабатывающих растворах, показало многообразие существующих для этих целей методов [3].

Определение содержания серебра в светочувствительных кинофотоматериалах, как правило, состоит из двух последовательных стадий:

перевод галоидного серебра светочувствительного слоя в растворимую форму;

анализ серебра в полученном растворе одним из известных объемных или физико-химических методов.

Растворение галоидного серебра светочувствительного слоя осуществляется обработкой его химическими соединениями, образующими с галоидным серебром растворимые в воде комплексы [4].

Эти растворители можно разделить на четыре группы:

амиак и амины;

одновалентные анионы (галогениды, цианид, роданид);

многовалентные анионы, чаще всего двухвалентные (тиосульфат-, сульфит-ионы);

органические соединения (глицин, аланин, тиомочевина и др.).

Основным параметром, характеризующим стабильность образующихся комплексных соединений, является константа нестойкости K_H ; чем меньше величина, тем более стабилен комплекс.

В табл. 1 приведены константы нестойкости некоторых из указанных выше комплексных соединений серебра [4]. Из растворителей, представленных в табл. 1, наибольшее практическое применение нашли тиосульфаты. Цианиды, образующие самые устойчивые комплексы с ионами серебра, не могут широко использоваться из-за высокой токсичности.

Растворенное галоидное серебро подвергается по-

т а а л и ц а

Комплексообразователь	Комплексный ион	T, °C	K_H
Амиак	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	25	$6,2 \cdot 10^{-8}$
Метиламин	$\text{Ag}(\text{Me})_2^+$	16	$1,6 \cdot 10^{-7}$
Этилендиамин	$\text{Ag}(\text{Et})_2^+$	20	$6,3 \cdot 10^{-7}$
Цианид-ион	$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	18	$8,0 \cdot 10^{-22}$
	$\text{Ag}(\text{CN})_3^{2-}$	25	$1,6 \cdot 10^{-22}$
	$\text{Ag}(\text{CN})_4^{3-}$	25	$2,1 \cdot 10^{-22}$
Роданид-ион	$\text{Ag}(\text{SCN})_2^-$	25	$6,5 \cdot 10^{-9}$
	$\text{Ag}(\text{SCN})_3^{2-}$	25	$5,0 \cdot 10^{-10}$
	$\text{Ag}(\text{SCN})_4^{3-}$	25	$10,0 \cdot 10^{-10}$
Тиосульфат-ион	$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)^{-}$	20	$1,4 \cdot 10^{-9}$
	$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$	25	$3,5 \cdot 10^{-14}$
	$\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3^{5-}$	25	$5,4 \cdot 10^{-15}$
Сульфит-ион	$\text{Ag}(\text{SO}_3)^{-}$	25	$2,5 \cdot 10^{-6}$
	$\text{Ag}(\text{SO}_3)_2^{3-}$	25	$2,1 \cdot 10^{-9}$
	$\text{Ag}(\text{SO}_3)_3^{5-}$	25	$1,2 \cdot 10^{-9}$
Глицин	$\text{Ag}(\text{Gl})_2$	25	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Тиомочевина	$\text{Ag}[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]_3^+$	20	$7,0 \cdot 10^{-14}$
	$\text{Ag}[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]_2^+$	25	10^{-13}

следующему анализу. В литературе рассмотрен ряд объемных методов титрования серебра, например по Фольгарду, через стадию получения его в виде сульфида [5, 6].

В методе, приведенном в материалах фирмы «Кодак» [7] и рекомендованном Американским национальным стандартом [8], при анализе серебра, содержащегося в кинофотоматериалах, растворах и осадках, для растворения серебра (галоидного или металлического) предлагается обрабатывать образцы смесью пергидроля и концентрированных серной и азотной кислот. Полученное в ионной форме серебро потенциометрически титруется йодистым калием.

Интересен метод определения серебра в светочувствительном желатиновом слое фотоматериалов, основанный на эквивалентной обменной реакции ионов серебра с цианидным комплексом никеля $K_2[Ni(CN)_4]$ и последующем комплексонометрическом титровании [9].

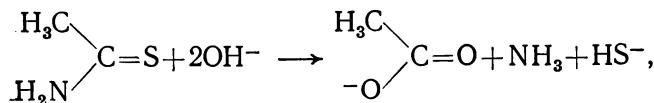
Описан достаточно точный метод полярографического определения количества серебра в фотоматериалах [10], а также рентгенофлуоресцентный, применяемый для определения содержания серебра непосредственно в фотоэмulsionях [11].

Однако все упомянутые методы либо достаточно длительны и трудоемки, либо требуют использования специальной сложной аппаратуры.

Для анализа ионов серебра в растворах, в том числе в фиксажных растворах, серебросодержащих и сточных водах, широко применяют фотоколориметрические методы, основанные на образовании окрашенных коллоидных соединений серебра с реагентами: сернистым натрием [12], роданином и парадиметиламинобензилиденроданином [13].

Особого внимания заслуживают методы потенциометрического титрования серебра, основанные на реакциях образования малорастворимых простых или комплексных соединений серебра с органическими и неорганическими осадителями. В качестве титрантов используются преимущественно серусодержащие соединения, осаждающие серебро в виде сульфида: сернистый натрий [14], тиоацетамид [15, 16] и тиомочевина [17, 18]. Определение количества серебра методом потенциометрического титрования отличается быстротой, высокой точностью выполнения, хорошей воспроизводимостью и не требует применения токсичных реагентов. Особо следует выделить в качестве титрантов тиоацетамид и тиомочевину.

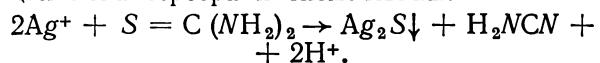
По методу, предложенному Бушем [15], тиоацетамид, гидролизующийся в сильнощелочной среде по схеме



используется как сульфидный реагент для потенциометрического определения содержания серебра. Титрование проводится в щелочной среде с сернистосеребряным и каломельным электродами.

К недостаткам метода автор относит недостаточную устойчивость самого раствора тиоацетамида, а к достоинствам — возможность проведения анализа при комнатной температуре. Однако в более поздней работе Ла Пальме с соавторами [19], уточняя метод Буша, показывает, что реакция растворимых серебряно-тиосульфатных комплексов с тиоацетамидом плохо воспроизводима при комнатной температуре и зависит от скорости титрования. Для получения стабильных и воспроизводимых результатов авторы предлагают проводить автоматическое титрование при температуре не ниже $+60^\circ\text{C}$, с соблюдением определенных интервалов времени, необходимых для установления равновесия в исследуемом растворе после введения в него очередной порции тиоацетамида.

Хорошо известна описанная Венцелем [17] реакция иона серебра и тиомочевины:



Автор рекомендует использовать тиомочевину для определения количества серебра в фиксирующих ваннах. Потенциометрическое титрование серебро-содержащего фиксирующего раствора осуществляется раствором тиомочевины в аммиачной среде при температуре $+60^\circ\text{C}$ с серебряным и каломельным электродами. Однако, как отмечает автор, скачки потенциала при анализе незначительны и плохо воспроизводимы.

Позднее фирма «Агфа-Геварт» [18] усовершенствовала метод Венцеля. Щелочная среда создавалась раствором гидроокиси натрия, а температура реакционной смеси была равной $+80^\circ\text{C}$.

На основании анализа литературных данных представлялось целесообразным при разработке метода определения наноса серебра на кинопленках в качестве растворителя галоидного серебра выбрать тиосульфат натрия, а анализ образующегося серебряно-тиосульфатного комплекса проводить методом потенциометрического титрования по Венцелю, отдав предпочтение тиомочевине как наиболее распространенному и устойчивому во времени титранту.

Экспериментальная часть

Растворение галоидного серебра светочувствительного слоя

Как указывалось выше, определение содержания серебра в кинопленках включает в себя на первом этапе перевод галоидного серебра эмульсионного слоя в растворимую форму его обработ-

кой соединениями, дающими с галоидным серебром растворимые в воде комплексы.

В качестве растворителя галоидного серебра был выбран тиосульфат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и опробованы его растворы при различных концентрациях: 8, 10, 15, 20, 35 % (рН растворов 6,5—7,0, температура 18—20 °C).

Выбор оптимальной концентрации тиосульфата натрия при проведении анализа зависит от величины наноса серебра на кинопленках: для кинопленок с наносом серебра менее 100 г/1000 пог. м в качестве растворителя предлагается 8—10 %-ный раствор тиосульфата натрия, от 100 до 200 г/1000 пог. м — 15 %-ный, а выше 200 г/1000 пог. м — 20 %-ный раствор. Продолжительность растворения при комнатной температуре 15—20 мин.

Увеличение концентрации тиосульфата натрия выше 20 % (200 г/л) нежелательно, так как, сокращая продолжительность растворения галоидного серебра (особенно для цветных кинопленок), мы получаем в дальнейшем снижение точности анализа вследствие резкого уменьшения абсолютной величины скачка потенциала при потенциометрическом титровании.

После растворения галоидного серебра необходима тщательная промывка образцов кинопленок. В качестве промывных жидкостей были опробованы дистиллированная вода, а также 1- и 2 %-ные растворы сульфита натрия (Na_2SO_3 безводный). Промывка осуществлялась при комнатной температуре четырьмя порциями раствора по 35 мл. Установлено, что введение в промывную воду сульфита натрия сокращает потери серебра при промывке в сравнении с промывкой просто дистиллированной водой на 1,5—2 %.

Потенциометрическое титрование

Для проведения потенциометрического титрования была собрана установка, показанная на рис. 1.

В качестве измерительного прибора применяли pH-милливольтметр pH-340. Для шкалы титрования с диапазоном 300 мВ цена деления прибора равнялась 5 мВ. Это дало возможность с достаточной точностью проводить потенциометрическое титрование стандартным 0,1 н. раствором тиомочевины только при содержании серебра в кинопленке более 100 г/1000 пог. м. Ошибка определения в этом случае составляла $\pm 2,5\%$ на каждую 0,1 мл раствора титранта.

Для повышения чувствительности pH-милливольтметра pH-340 или аналогичного ему была разработана приставка — источник компенсационного напряжения (рис. 2), позволяющая выполнить потенциометрическое титрование на шкале прибора с диапазоном 30 мВ и ценой деления, равной 0,5 мВ. Выпуск таких приставок в настоящее время освоен Опытным производством

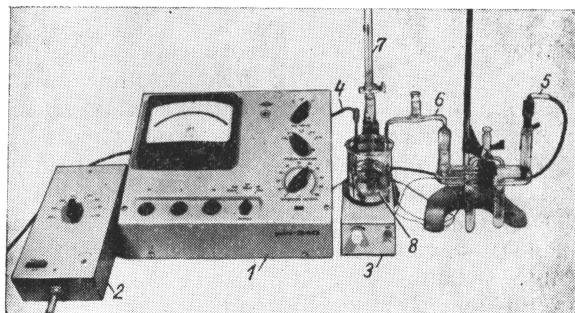


Рис. 1. Установка для потенциометрического титрования ионов серебра тиомочевиной:

1 — pH-милливольтметр pH-340; 2 — приставка — источник компенсационного напряжения; 3 — магнитная мешалка; 4 — сульфидсеребряный электрод (индикаторный); 5 — хлорсеребряный электрод (вспомогательный); 6 — система соединительных солевых мостиков, заполненных азотнокислым калием и хлористым калием; 7 — микробюretка; 8 — стакан для потенциометрического титрования

НИКФИ. Точность измерения возрастает также за счет возможности применения более разбавленного раствора титранта тиомочевины (до концентрации 0,001 н.). Ошибка определения содержания серебра при титровании 0,05 н. раствором равна $\pm 1\%$.

Для уменьшения времени установления потенциала и повышения стабильности показаний прибора при потенциометрическом титровании ионов

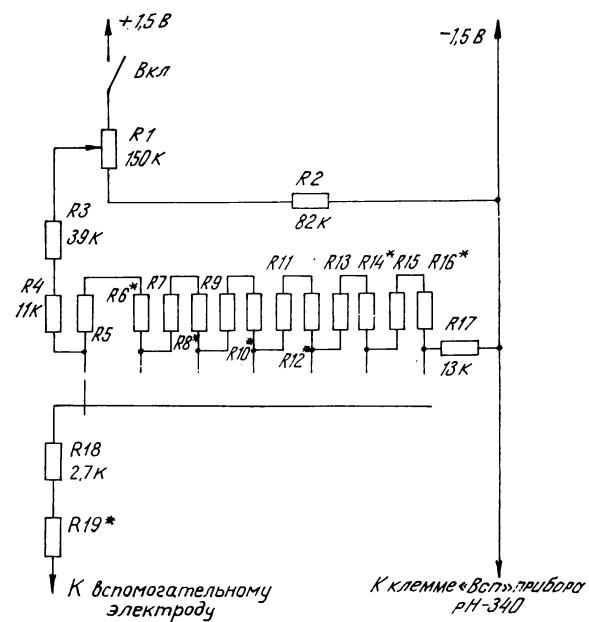


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема источника компенсационного напряжения к прибору pH-340:
R1 — типа СП-2; R5, R7, R9, R11, R13, R15 — проволочные (манганин), 1,6 кОм

серебра тиомочевиной серебряный электрод следует покрыть слоем сернистого серебра [14] или использовать выпускаемый отечественной промышленностью сульфидсеребряный электрод ЭСС-01. Для предотвращения разложения тиосульфата натрия в процессе реакции необходимо предварительное подщелачивание пробы. Оптимальное значение pH реакционной среды (pH = 12) создается прибавлением смеси NaOH — трилон Б, причем последний добавляется для снижения возможного влияния ионов других металлов.

Следует отметить, что воспроизводимость и стабильность результатов титрования в значительной степени зависят от всей суммы условий проведения анализа: pH реакционной среды, равномерности перемешивания, поддержания заданной температуры раствора (не ниже 60—65 °C), а также скорости добавления титранта.

На основании выполненной разработки рекомендована следующая методика определения наноса серебра на кинопленках.

Для анализа берется образец 35-мм кинопленки общей длиной $l = 0,76$ м (40 кадров), площадь которого S составляет $0,0266 \text{ м}^2$ (без площади перфорационных отверстий $S = 0,0248 \text{ м}^2$). Причем для получения среднего содержания наноса серебра для каждого вида черно-белой или цветной кинопленки количество кадров соответствующего номера эмульсии берется от разных осей пропорционально их числу в данном номере эмульсии.

Отобранные образцы складывают «гармошкой» и помещают в коническую колбу вместимостью 250—300 мл с притертой пробкой. В колбу вносят 100 мл раствора тиосульфата натрия (10-, 15- или 20 %-ного — в зависимости от содержания галоидного серебра в кинопленках) и растворяют галоидное серебро в течение 15—20 мин при тщательном перемешивании, не допуская, однако, сползания эмульсии с пленки в раствор.

Полученный раствор количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 мл. Кинопленку, оставшуюся в колбе, промывают тремя-четырьмя порциями 1—2 %-ного раствора сульфита натрия по 30—35 мл каждая, сливая их в ту же мерную колбу. Содержимое колбы доводят до метки дистиллиированной водой.

В стакан для потенциометрического титрования пипеткой вносят порцию анализируемого раствора, равную 100 мл (при наносе серебра менее 100 г/1000 пог. м) или 50 мл (при наносе серебра более 100 г/1000 пог. м), разбавляют горячей (70—75 °C) дистиллиированной водой до общего объема 150 мл, прибавляют 25 мл смеси (10 %-ный раствор NaOH — 1 %-ный раствор трилона Б) и 5 мл 0,4 %-ного раствора желатины. Поддерживая температуру реакционной смеси в интервале 60—65 °C и постоянно перемешивая ее магнитной ме-

шалкой с нагревателем, проводят потенциометрическое титрование 0,05 н. (0,01 н.) раствором тиомочевины с сульфидсеребряным и хлорсеребряным электродами до скачка потенциала в области —290—400 мВ. Прирост потенциала фиксируют с помощью pH-милливольтметра и приставки — источника компенсационного напряжения или без нее.

Титрование можно также проводить автоматически, подключив к pH-милливольтметру блок автоматического титрования (БАТ).

Содержание металлического серебра в г/1000 пог. м кинопленки вычисляют по формуле

$$C_{\text{Ag}} = \frac{0,005394 AK \cdot 1000 \cdot 250}{lV} = 1348,5 \frac{AK}{lV},$$

где 0,005394 — количество серебра, соответствующее 1 мл 0,05 н. раствора тиомочевины, г; А — количество 0,05 н. раствора тиомочевины, израсходованного на титрование, мл; К — коэффициент поправки 0,05 н. раствора тиомочевины; V — объем пробы анализируемого раствора, мл; l — длина образца кинопленки, взятого для анализа, м. Содержание металлического серебра в г/м² вычисляют по формуле

$$C_{\text{Ag}} = \frac{0,005394 AK \cdot 250}{SV} = 1,3485 \frac{AK}{SV},$$

где S — площадь образца кинопленки, взятого для анализа, м².

С помощью вышеуказанной методики был проанализирован нанос серебра на значительном количестве образцов черно-белых и цветных кинопленок.

Параллельно в условиях Московской кинопицеральной фабрики и Лаборатории обработки цветных фильмов (ЛОЦФ) проводится анализ тех же пленок методом Фольгарда. Кроме того, эти же образцы анализировались в НИКФИ цианометрическим методом. Полученные данные сопоставлялись с паспортными данными на кинопленку, представленными заводом-изготовителем. Результаты анализов приведены в табл. 2.

Следует отметить, что при проведении анализа цианометрическим методом мы встретились с определенными трудностями: в частности, при определении наноса серебра на цветных кинопленках ЛН-7, ЦП-8Р и ДС-5 после обработки в растворе цианистого калия появлялось интенсивное окрашивание, которое в дальнейшем затрудняло визуальное определение конца титрования. Этим, очевидно, объясняется то, что результаты проведенного определения содержания серебра цианометрическим методом отличаются от паспортных данных на пленку, представляемых заводом-изготовителем.

ТАБЛИЦА 2

Наименование кинопленок, номера эмульсий, осей	Содержание Ag в фотослое кинопленок, г/1000 пог. м, при титровании				Ошибка определения по отношению к цианометрическому методу (данные НИКФИ), %, при титровании	
	цианометрическим		по методу Фольгарда	потенциометрическим		
	паспортные данные завода-изготовителя	НИКФИ	МКФ, ЛОЦФ	НИКФИ, ЛОЦФ	потенциометрическим	по методу Фольгарда
Негативная КН-3	187,367 201,125	186,217 201,017	182,74 198,63	184,76 199,41	0,78 0,80	1,87 1,19
Позитивная МЗ-3						
591	119,561	117,843	111,23	116,63	1,02	5,61
457	117,923	117,732	113,50	117,62	0,10	3,59
465	117,268	116,943	111,23	116,34	0,51	4,89
599	118,234	117,647	112,25	117,08	0,48	4,59
501	115,958	113,371	108,96	112,77	0,53	3,89
Фонограммная ЗТ-7 и ЗТ-8						
1178	113,010	112,743	111,23	111,89	0,75	1,34
1678	112,027	111,940	111,23	111,33	0,09	0,63
Дубльпозитивная ДП-3	121,854	121,537	119,87	120,34	0,98	1,37
Дубль негативная	82,874	82,529	78,63	81,32	1,46	4,72
Негативная цветная						
ЛН-7	286,779	286,634	274,58	285,37	0,44	4,21
»	303,093	—	—	301,49	—	—
»	291,096	—	—	291,21	—	—
ДС-5	219,070	219,241	—	219,53	0,13	—
»	213,813	213,737	—	212,40	0,63	—
Позитивная цветная ЦП-8Р	201,125 202,188 208,004	200,017 — 207,354	196,49 196,34 200,06	199,85 201,37 204,80	0,08 — 1,23	1,76 — 3,52
Позитивная цветная РС-7 ORWO						
			217,0	218,31	—	—
			207,5	208,76	—	—
			205,5	206,32	—	—
Intermediate тип 5253						
713	—	—	179,08	180,1	—	—
721 (32-мм)	—	—	173,80	173,9	—	—
Матричная М-1М						
230361	77,60	—	78,50	77,30	0,39	1,16
230520	69,43	—	72,40	69,18	0,36	4,28
Матричная М-4						
23012	63,80	—	62,5	63,26	0,84	2,04
23058	57,63	—	59,5	57,58	0,80	3,24
Бланкфильм						
11539	93,30	—	90,30	92,30	1,07	3,22
11555	89,40	—	87,60	87,75	1,85	2,01
11641	76,36	—	78,00	77,17	1,06	2,15
11665	77,02	—	76,28	77,52	0,65	0,96

Определение содержания серебра на кинопленках методом потенциометрического титрования тиомочевиной показывает хорошо воспроизводимые результаты. При сравнении с результатами, полученными цианометрическим методом, средняя ошибка определения для черно-белых и цветных кинопленок составляет менее 1 %.

Эта ошибка возникает, очевидно, на первом этапе анализа, т. е. в процессе перевода галоидного серебра из пленок в раствор, так как при потенциометрическом титровании тиомочевиной модельных растворов серебра, полученных растворением бромистого серебра в тиосульфате натрия,

ошибка определения не превышала $\pm 0,1\%$ по сравнению с цианометрическим методом.

В то же время при сравнении данных анализов, выполненных по методу Фольгарда и цианометрическим методом, ошибка составила 2—5 %, что значительно выше средней ошибки потенциометрического определения.

По точности, воспроизводимости и продолжительности выполнения (30 мин) предлагаемый метод имеет преимущества перед методом, применяемым в настоящее время на предприятиях Госкино СССР, и поэтому он может быть рекомендован для использования в условиях производства.

Выводы

1. Проведено экспериментальное опробование трех методов определения наноса серебра на кинопленках: цианометрического, метода Фольгарда и потенциометрического титрования тиомочевиной на большом количестве образцов отечественных и зарубежных цветных и черно-белых кинопленок.

2. Установлено, что цианометрический метод дает наибольшую точность определения наноса серебра для всех видов кинопленок. Однако метод неприемлем для массовых анализов на производстве в связи с использованием высокотоксичного вещества — цианистого калия.

3. Для определения наноса серебра на кинопленках в условиях производства предлагается метод потенциометрического титрования тиомочевиной, показавший хорошо воспроизводимые результаты для ряда черно-белых и цветных кинопленок. Ошибка метода $\pm 1\%$.

В экспериментальном разделе работы принимали участие Е. А. Коробова (ЛОЦФ) и Е. Ф. Кондакова (Московская кинокопировальная фабрика).

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотниковский Д. М. Контроль процессов обработки кинопленки. М., «Искусство», 1967.

2. Кирilloв Н. И. Основы процессов обработки светочувствительных материалов. М., «Искусство», 1954.

3. Creyf S., Roosens L. Die chemische Analyse photographischer Verarbeitungsbäder. — «Photogr. Korresp.», 1970, 106, N 12, S. 195—206.

4. Миз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л., «Химия», 1973.

5. Kieser K. Zur chemie und chemischen untersuchung der Fixierbäder. — «Die Phot. Ind.», 1934, 32, S. 696—698.

6. Polak F., Bortel E. Rapid determination of silver im waste photographic solutions. — «Przemysl chemiczny», 1964, 43, s. 164—166.

7. Eastman Kodak Company. Chemical Control Procedures for Black-and-White Film Processing (Motion Picture Film Department). N. Y., Rochester, 1962.

8. ANSI pH4.33—1969. American National Standard.

9. Гороховский В. М., Зотикова С. В., Артишевская И. Ф. Комплексонометрическое определение серебра в цветной пленке. — «Труды НИКФИ», 1962, вып. 46, с. 83.

10. Гороховский В. М. Применение полярографических методов в фотографической химии. — ЖНиПФИК, 1967, 12, с. 67—76.

11. Куниминэ Н., Угадзин Х., Ябэ К.—Кунэки кагаку, 1964, 13, с. 679.

12. Weege W. J., Hickman K. The Argentometer—an apparatus for testing for silver in a fixing bath. — JSMPE, 1935, 25, p. 335—340.

13. Пятницкий И. В., Сухан В. В. Аналитическая химия серебра. М., Изд-во АН СССР, 1975.

14. Manual for Processing Eastman Color Films. Analytical Reagents and Procedures (Motion Picture and Audio-visual Markets Division). N. Y., Rochester, 1975.

15. Bush D. G., Zuehle C. W., Ballard A. E. Volumetric Determination of Silver Using Thioacetamide. — «Anal. chem.», 1959, 31, p. 1368—1371.

16. Gevaert Photo-Produkten NV. Testblad. K. C. CH. 1307: Amperometrische bepaling van Ag in Fixeerbaden mit Thioacetamide, 1962.

17. Wenzel F. Potentiometrische massanalytische Methoden im Fabrikationsprozess von Photoemulsionen. — «Zeitschrift für wiss. Phot.», 1950, 45, S. 32—62.

18. Agfa AG. Vorschriften für die analytische Überwachung der Agfa-Filmverarbeitungsbäder (Leverkusen-1960).

19. La Palme D. W., Klinger G. M., Hawley J. J. Routine Analysis of Silver in Photographic Products. — «Phot. Sci. and Eng.», 1973, 17, № 4, p. 400—404.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

УДК 77.023.415.37

Влияние антигуалирующих веществ на разрешающую способность черно-белой обращаемой кинопленки

Г. Г. Багаева, Е. В. Студенкова

При использовании обращаемых кинопленок в различных областях науки и техники в ряде случаев предъявляются более высокие требования к их свойствам, в частности к разрешающей способности. Разрешающая способность обращаемых пленок, как и других кинофотоматериалов, определяется дисперсностью и концентрацией галогенида серебра, а также толщиной эмульсионного слоя. Последнее обстоятельство для обращаемых кинопленок имеет немало-

важное значение, поскольку обращенное изображение формируется в глубине слоя ближе к подложке [1].

Повысить разрешающую способность можно либо при изготовлении пленок, изменив исходные структурные свойства, либо в процессе проявления, когда формируется структура серебряных зерен [2]. Известно, что на структуру серебряных зерен при проявлении влияет присутствие растворителей галогенида серебра или веществ, адсорбирующихся на его поверхности.

Для черно-белых обращаемых кинопленок представляло интерес выяснить, в какой мере антигуалирующие вещества могут повлиять при втором проявлении на разрешающую способность.

Экспериментальная часть

Для опытов была взята обращаемая кинопленка ОЧ-45 п/о «Свема» и «Тасма». Предварительно было проведено сенситометрическое испытание пленок в соответствии с ГОСТ-10691.4—73.

Режим обработки

Первое проявление	3, 6, 9 и 12 мин
Промывка	2 мин
Отбеливание	4 мин
Промывка	2 мин
Обесцвечивание	2 мин
Промывка	2 мин
Общая засветка	5 мин (лампа 100 Вт на расстоянии 0,5 м)
Второе проявление	3 мин
Промывка	2 мин
Фиксирование	2 мин
Промывка	20 мин

Произвляющие растворы

	Первый (№ 11)	Второй (№ 13)
Метол	2 г	5 г
Гидрохинон	15 г	6 г
Сульфит натрия безводный	75 г	40 г
Едкий натр	8 г	—
Углекислый натрий безводный	31 г	31 г
Роданистый калий	6 г	—
Сернокислый натрий	15 г	—
Бромистый калий	18 г	2 г
Вода	до 1 л	до 1 л
pH растворов при 20°C	11,2±0,1	10,0±0,1

Отбеливающий раствор

Двухромовокислый калий	9,5 г
Серная кислота	10 мл
Вода	до 1 л

Обесцвечивающий раствор

Сульфит натрия безводный	90 г
Вода	до 1 л
Температура отбеливающего и обесцвечивающего растворов	20±1°C

Фиксирующий раствор

Тиосульфат натрия кристаллический	240 г
Сульфит натрия безводный	15 г
Уксусная кислота «ледяная»	20 мл
Вода	до 1 л
Температура фиксирующего раствора	20±5°C

В процессе обработки кинопленок температура проявителей поддерживалась в пределах $20,0\pm0,3$ °C.

По данным сенситометрического испытания было определено оптимальное время первого проявления: 9 мин для кинопленки п/о «Свема» (пленка I) и 8 мин — для кинопленки п/о «Тасма» (пленка II). При указанном времени первого проявления для обеих пленок достигалась светочувствительность $S = 45$ ед. ГОСТ, и все сенситометрические параметры находились в пределах установленных норм: соответственно для пленок I и II — коэффициент контрастности $\gamma = 1,5$ и 1,45, максимальная плотность $D_{\max} = 2,0$ и 2,2, минимальная плотность D_{\min} в обоих случаях была не больше 0,04.

Разрешающая способность обращаемой пленки R определяли с помощью проекционного резольвометра СР-17

с микрообъективом М-42 ($f' = 18$ мм, $A = 0,2$, $1:n_f = 1 : 2$) и спиралевидной мирией «Б» абсолютного контраста с модулем 1,1. Мирия имеет 30 полей, при этом отношение наибольшей частоты к наименьшей составляет $\sim 16 : 1$. Данный резольвометр при сочетании указанных объектива и мирии позволяет получать в плоскости изображения частоты от 27 до 440. Модулятор экспозиции состоит из восьми светофильтров (с изменением плотности на 0,3), смонтированных в револьверном диске, и дополнительного светофильтра (с плотностью 0,15) в выдвижной рамке. Сочетание этих светофильтров позволяет получить шкалу с 18-ю ступенями и изменением освещенности от ступени к ступени в $\sqrt{2}$ раз (т. е. в 1,41 раза).

Выдержка при экспонировании составляла 10 с. В процессе работы каждую резольвограмму проявляли одновременно с контрольной сенситограммой, по которой следили за сенситометрическими параметрами.

Цель работы заключалась в исследовании влияния концентрации антигуалирующих веществ во втором проявителе на разрешающую способность обращаемой кинопленки. Были приготовлены проявители с содержанием: бромистого калия от 4 до 10 г/л; бензотриазола от 0,1 до 1,0 г/л.

Концентрации других веществ, входящих в состав второго проявителя, оставались неизмененными.

Полностью обработанные резольвограммы оценивали пять наблюдателей под микроскопом при увеличении 56 \times . Оценку резольвограмм производили три или четыре раза с интервалом не менее 4—5 дней при соблюдении постоянства оптимальных условий наблюдения. Ошибка оценки не превышала 5 %. Результаты опытов для пленки I представлены в таблице.

Из таблицы видно, что лучшие результаты получены при концентрации бромистого калия 7 г/л. По сравнению с контрольным опытом разрешающая способность возросла на 33 %. При использовании бензотриазола увеличение разрешающей способности меньше: только на 7 %.

Содержание антигуалирующих веществ во втором проявителе, г/л	Сенситометрические параметры				
	R , мм^{-1}	S , ед. ГОСТ	γ	D_{\max}	D_{\min}
Бромистый калий	2,0*	72	45	1,4	1,86 0,04
	4,0	72	45	1,4	1,82 0,04
	5,0	74	45	1,4	1,80 0,02
	6,0	74	45	1,4	1,80 0,02
	6,5	80	45	1,4	1,80 0,00
	7,0	96	45	1,4	1,80 0,00
Бензотриазол	8,0	77	45	1,4	1,78 0,00
	10,0	68	32	1,3	1,70 0,00
	0,1	67	32	1,5	2,10 0,02
	0,2	77	32	1,5	2,20 0,00
	0,4	75	32	1,5	2,24 0,00
	0,6	70	32	1,6	2,30 0,00
	0,8	70	16	1,6	2,30 0,00
	1,0	70	16	1,6	2,35 0,00

* Концентрация бромистого калия в проявителе № 13 ГОСТ.

Для пленки II лучшие результаты были получены тоже при концентрации бромистого калия 7 г/л. Разрешающая способность возросла от 77 мм^{-1} (контрольный опыт) до 90 мм^{-1} , т. е. примерно на 17 %. Остальные сенситометрические параметры пленки II находились в пределах

нормы: $S = 45$ ед. ГОСТ; $\gamma = 1,4$; $D_{\max} = 2,2$ и $D_{\min} = 0,0$.

Итак, увеличение концентрации бромистого калия до 7 г/л во втором проявителе способствует возрастанию разрешающей способности кинопленок ОЧ-45. Вероятно, что при этой концентрации бромида создаются благоприятные условия в используемом проявителе для формирования более мелких серебряных зерен, образующих обращенное изображение [2].

Различие по разрешающей способности пленок I и II может быть обусловлено неодинаковой дисперсностью микрокристаллов галогенида серебра и их концентрацией или просто неодинаковой толщиной эмульсионных слоев, что сказывается на размере ореолов рассеяния, от которых зависит разрешающая способность.

При измерении толщины сухих эмульсионных слоев

оказалось, что у пленки I она равна 16 мкм, а у пленки II — 11 мкм.

На основании всех данных опыта можно ожидать, что увеличение в проявителе концентрации бромистого калия больше влияет в тех случаях, когда кинофотоматериал не обладает высокой разрешающей способностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руль В. Д., Стенина М. И., Орлова Л. П. Влияние толщины светочувствительного слоя на разрешающую способность при обработке фотографического материала методом обращения. — ЖНиПФиК, 1970, т. 15, вып. 3, с. 204—205.

2. Новикова Н. Р., Рожков Е. С. Влияние антигуалирующих веществ на размер и структуру серебра проявленного изображения в авторадиографических эмульсиях. — ЖНиПФиК, 1977, т. 22, вып. 1, с. 10—14.

Ленинградский институт киноинженеров

УДК 77.027.3

О возможностях многократного использования раствора ферментного препарата Протеназа-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов

Ю. В. Костенко, И. Ф. Мишунин

При использовании ферментного препарата Протеназа-1 для регенерации серебра и основы кинофотоматериалов [1] возникает ряд вопросов, касающихся оптимального расхода ферментного препарата, потерь серебра, сокращения расхода воды и др., решение которых позволит сделать процесс более рентабельным.

Одним из факторов, существенно влияющим на экономику процесса, является расход ферментного препарата. По принятой технологии (Казанский химзавод им. Куйбышева, п/о «Свема», г. Шостка) культуральную жидкость *Bacillus mesentericus* используют один раз для отмытия эмульсионного слоя и подслоя, что обусловлено необходимостью извлечения солей серебра из эмульсионных смывов. При этом ферментный раствор теряет свою активность.

Известно, что соли тяжелых металлов инактивируют ферменты [2]. Однако в литературе нет данных о влиянии галогенидов серебра, обладающих ограниченной растворимостью в воде, на активность ферментов и о ходе ферментативного гидролиза желатины в присутствии этих солей.

При условии сохранения высокой протеолитической активности раствора Протеназы-1 после стадии отделения серебросодержащего осадка существует реальная возможность повторного использования этого раствора для обработки следующих партий пленки.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности многократного применения ферментного раствора для обработки кинофотоматериалов. Для этого исследовали влияние солей серебра, желатины и продуктов ее гидролиза на протеолитическую активность растворов ферментного препарата Протеназа-1.

Материалы и методы

В эксперименте использовали Протеназу-1 [3], высоковязкую желатину марки А (ГОСТ 317—63), AgNO_3 и AgCl марки «чда».

Ферментный препарат растворяли в 0,1 М цитратном буферном растворе с $\text{pH} = 6,0$ и инкубировали в присутствии солей серебра и желатины в ультратримостате при $40^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, определяя протеолитическую активность по Кунитцу [4]. В контрольных опытах прогревали только раствор Протеназы-1 при тех же условиях. Остаточную активность вычисляли в процентах от исходной.

Результаты и обсуждение

Присутствие AgNO_3 снижает протеолитическую активность раствора. Изменение протеолитической активности раствора зависит также от содержания в нем Протеназы-1 (табл. 1). Концентрация нитрата серебра 0,001 М является критической, так как при более высоком содержании этой соли (0,01 М) остаточная активность всех растворов резко падает до 20—22 % от исходной. При концентрации AgNO_3 0,0001 М соль серебра оказывает активирующее действие: активность 0,15 %-ного раствора ферментного препарата превышает исходную на 10 %. Содержание солей серебра в растворе в производственных условиях значительно ниже выбранных концентраций, следовательно, активность не будет резко уменьшаться, тем более что при отмытии эмульсионного слоя и осаждении серебра используют 0,5 %-ный ферментный раствор [5].

ТАБЛИЦА 1

Концентрация $\text{AgNO}_3 \cdot 10^{-4} \text{M}$	Протеолитическая активность раствора Протеназы-1 по отношению к исходной (%) при концентрации Протеназы-1, %		
	0,05	0,10	0,15
1	85	97	110
10	48	60	73
100	20	21	22

В присутствии AgCl (0,1 %) протеолитическая активность 0,05 %-ного раствора Протеназы-1 возрастает (табл. 2). При прогревании в течение 60 мин активность 0,15 %-ного раствора Протеназы-1 увеличивается на 30 %. В наших опытах, учитывая растворимость AgCl в воде [6], его содержание в растворенной форме должно соответствовать концентрации 0,00015 M. При этом хлорид серебра повышал активность ферментного препарата Протеназы-1 аналогично действию AgNO_3 .

При регенерации серебра и основы светочувствительных материалов в растворе присутствует желатина, входящая в состав эмульсионного слоя и подслоя. Данные о влиянии желатины на активность ферментного раствора представлены на рис. 1. Желатина и продукты ее гидролиза защищают ферменты, входящие в состав Протеназы-1, от инактивации, что совпадает с литературными данными [7]. На начальных этапах гидролиза (кривая 1) протеолитическая активность превышает исходное значение на 5–6 %, после 1 ч гидролиза она составляет 80 %. По мере деградации желатины активность Протеназы-1 падает, оставаясь выше значений активности в контролльном опыте (кривая 2).

Данные о влиянии хлорида серебра в комплексе с желатиной на протеолитическую активность 0,1 %-ного раствора Протеназы-1 представлены в табл. 3. При содержании AgCl в количестве 0,1 % активность Протеназы-1 падает, но не бывает ниже значений, представленных кривой 1 на рис. 1. Не обнаружено активации, вызванной хлоридом серебра (см. табл. 2), что можно объяснить сорбцией последнего на желатине [8].

При увеличении содержания AgCl до 0,5 % потеря активности после 60 мин прогревания составляют не более

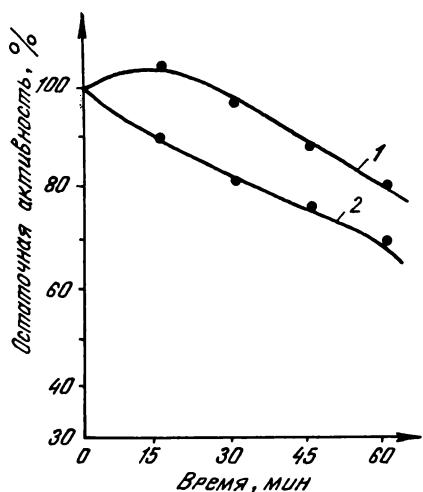


Рис. 1. Активность раствора Протеназы-1 при гидролизе желатины (содержание Протеназы-1 — 0,1 %, желатины — 1,5 %)

ТАБЛИЦА 2

Продолжительность прогревания, мин	Протеолитическая активность раствора Протеназы-1 по отношению к исходной (%) при концентрации Протеназы-1, %		
	0,05	0,10	0,15
15	100	100	100
45	100	108	112
60	100	120	130

ТАБЛИЦА 3

Продолжительность прогревания, мин	Протеолитическая активность 0,1 %-ного раствора Протеназы-1 по отношению к исходной (%) при содержании AgCl , %	
	0,1	0,5
15	91	100
30	87	100
45	84	98
60	84	96

5 % (см. табл. 3). В этом случае после частичной сорбции соли серебра на желатине растворенный хлорид серебра активирует ферменты протеолитического комплекса, хотя и в меньшей мере, чем в системе, не содержащей желатины.

Использование стабилизирующего эффекта продуктов гидролиза желатины при регенерации серебра из светочувствительных материалов и активирующего действия хлорида серебра значительно упрощает технологию процесса как в целом, так и на отдельных стадиях. Значительное сохранение активности ферментного раствора позволяет многократно его применять.

Полученные данные позволили предложить схему рециркуляции раствора Протеназы-1 при регенерации серебра из светочувствительных материалов (рис. 2).

После отмыки эмульсионного слоя раствор перекачивают для осаждения галогенидов серебра и отделения серебросодержащего осадка. После центрифugирования осветленный раствор направляют для обработки следующих партий пленки. Часть раствора уносится регенерированной основой. Его пополняют соответствующим количеством воды и прибавляют ферментный препарат до величины исходной активности. Для отмыки подслоя используют отдельный ферментный раствор Протеназы-1, который также можно применять многократно.

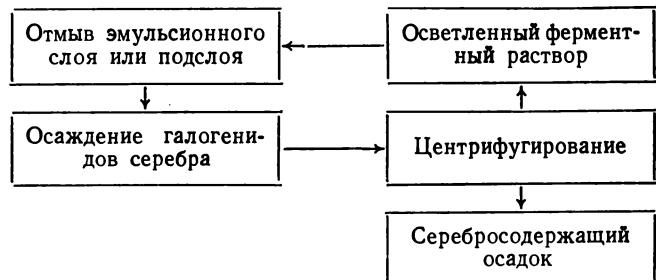


Рис. 2. Схема рециркуляции раствора Протеназы-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов

Схема многократного использования раствора Протеназы-1 испытана на опытной установке Казанского химического завода им. В. В. Куйбышева. В 30 л ферментного раствора без пополнения его до исходного объема отмывали от эмульсионного слоя 10 партий пленочных отходов. Общая масса отмытой пленки 23 кг. Тоже наблюдалось при отмыве подслоя.

При создании замкнутого цикла циркуляции ферментных растворов Протеназы-1 практически отсутствуют сточные воды. При этом уменьшается расход ферментного препарата и воды, снижаются безвозвратные потери серебра, освобождаются производственные площади, а также исключается ряд дополнительных операций существующего технологического процесса регенерации серебра и основы, что позволяет повысить его рентабельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыперович А. С., Злотопольский А. И., Мишунин И. Ф. Способ регенерации серебра из фотопленок и фотобумаг. Авт. свид. № 240690.—Бюл. «Изобретения...», 1976, № 9.

2. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. М., Изд-во иностр. лит., 1961, с. 368.

3. Цыперович А. С., Гудина А. М. Получение препарата протеазы *Streptomyces griseus* (проназы).—«Украинский биохимический журнал», 1966, 38, № 2, с. 161—168.

4. Kunitz M. Crystalline soybean trypsin inhibitor.—«Journ. Gen. Physiol.», 1947, 30, p. 306.

5. Мишунин И. Ф., Лемещенко В. Т., Кузак В. С., Низамутдинова Л. С., Ключевич В. Ф., Ткачук Н. И., Дятлова А. М. Использование ферментного препарата Протеназа-1 для регенерации серебра из отходов кинофотоматериалов.—«Техника кино и телевидения», 1977, № 11, с. 50—53.

6. Рабинович В. А., Хавин З. Я. Краткий химический справочник. Л., «Химия», 1977, с. 99.

7. Цыперович А. С., Мишунин И. Ф. Гидролиз желатина протеазой *Streptomyces griseus*.—«Украинский биохимический журнал», 1970, 43, № 3, с. 367—371.

8. Зимкин Е. А., Ключевич В. Ф. Об адсорбции желатины на микрокристаллах бромида серебра.—ЖНиПФИК, 1965, № 5, с. 397—399.

Институт биохимии им. А. В. Палладина АН УССР



Кинопленки «Кодак» и процессы их обработки

В конце ноября 1979 г. в Москве (НИКФИ) состоялся семинар, посвященный рассмотрению фотографических свойств профессиональных кинопленок фирмы «Истмен Колдак», особенностям применения и обработки.

Группа специалистов фирмы «Кодак-Патэ» (Франция), возглавляемая директором Р. Ван Лааром, представила доклады:

«Комплект пленок «Истмен Колор».

«Обработка пленок «Кодак» для профессионального кинематографа».

«Новый процесс отбеливания пленки «Истмен Колор СП Принт».

«16-мм формат в профессиональном кинематографе».

«Обращаемая пленка «Интермедиэт 5249/7249».

Первые три доклада прочитал Ж. Л. Фурнье, два последних — Ж. П. Леруа. Доклады иллюстрировались диапозитивами и кинофрагментами, наглядно показывающими достигаемые результаты.

В обсуждении докладов приняли участие специалисты

НИКФИ, киностудий и кинокопировальных фабрик. Особое внимание было обращено на улучшение структурных свойств кинопленок, что позволяет использовать их для производства фильмов малых форматов и перевода изображений на форматы фильмов для широкоэкранной проекции.

Значительный интерес вызвало сообщение о новом персульфатном процессе отбеливания цветной позитивной пленки, который в значительной степени позволяет исключить вредные отходы, имеющиеся в процессе отбеливания.

В дискуссии была отмечена желательность продолжения работ по предотвращению загрязнений воздушной среды, которое может иметь место при предложенном процессе.

Подобные семинары проводятся уже не первый раз и становятся традиционными. Они способствуют научно-техническому прогрессу в области техники кинематографии и укреплению взаимного сотрудничества.

В семинаре с французской стороны также приняли участие И. М. Рилье, Ж. Ламанье, Ж. Лепренс.

УДК 778.53:621.37/.39

Перспективы развития, совершенствования и внедрения электроники и ТВ средств в технику кинематографии

М. В. Антипин, И. С. Голод

Современный этап развития техники кинематографии характеризуется все более возрастающим внедрением электроники и ТВ средств в процесс записи и передачи изображения [8, 15].

Прогресс в развитии техники кинематографии во многом зависит от уровня внедряемых средств электроники и телевидения. При этом создаются условия для существенного изменения технологии производства кинофильмов в его основных звеньях (съемка, монтаж, тиражирование и показ). Тенденции внедрения электроники и ТВ средств в технику кинематографии позволяют считать, что ТВ процессы будут определять одно из ведущих направлений в развитии кинематографии в ближайшие 15–20 лет.

В настоящее время накоплен известный опыт введения в съемочный процесс ТВ визирования, репетиционной и контрольной магнитной видеозаписи, цвето- и светоустановки, осуществляющей с помощью электронных цветоанализаторов. Этот опыт позволяет наметить дальнейшие перспективы развития, совершенствования и внедрения электроники и ТВ средств в технику кинематографии, направленные на возрастание их роли в процессе производства кинофильмов.

Представляется целесообразным оценить возможности дальнейшего совершенствования ТВ средств в соответствии с тенденцией развития кинотехнических средств для нужд ТВ и художественной кинематографии и определить основные направления развития кинотелевизионных средств в течение ближайших 15–20 лет. При этом мы ограничимся перспективами внедрения электроники и ТВ средств в следующие процессы при производстве фильмов: съемочный, копирования и химико-фотографической обработки цветной кинопленки, перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку, кинопоказа. Наметим также

перспективы существования процессов съемки на кинопленку и записи на видеомагнитную ленту с учетом тенденции их совершенствования.

Широкое применение найдет ТВ визирование с контрольной видеозаписью в течение всего съемочного периода, начиная с проб актеров и предварительных режиссерских репетиций [10]. Будут выполнены исследования, разработка, выпуск и внедрение в производство кинотелевизионных средств, характеризующихся большой маневренностью, при этом важно, чтобы кабельная связь, ограничивающая подвижность, была сведена к минимуму. Будет освоено производство промышленных образцов устройств для дистанционного управления с ТВ контролем комплекса киносъемочной техники [9]. В ближайшие годы будут выполнены работы по совершенствованию электронного способа цветной блуждающей маски, поиску, исследованию, разработке и внедрению в практику производства киностудий новых, более прогрессивных электронных способов, характеризующихся более высокими техническими показателями по точности совмещения и цветопередаче [11, 12]. Электронные и ТВ средства найдут широкое применение в процессах копирования и химико-фотографической обработки цветных фильмовых материалов.

Процесс цвето- и светоустановки будет существенно облегчен при использовании электронного моделирования печати и химико-фотографической обработки, при введении коррекции в моделируемый процесс с одновременным визированием получаемых результатов [13–17]. Широкое применение цветоанализаторов позволит творческим коллективам более объективно оценивать результаты своей работы по текущему материалу, а также при подготовке различных фильмовых материалов для печати.

Для устранения цветоделенных и градационных искажений при контратипировании представляют интерес разработка и внедрение метода электронной коррекции [6], основанного на поэлементном экспонировании печатаемого изображения с помощью

Продолжение дискуссии. См. «Техника кино и телевидения», 1978, № 10, 11; 1979, № 5, 7; 1980, № 1.

сканирующего совмещенного лазерного пучка с управляемой обратной связью. Будут разработаны системы автоматического управления процессами копирования и обработки цветных фотографических материалов с использованием ЭВМ [16]. Теоретические и лабораторные исследования показывают, что будут успешно завершены разработка и производственное испытание устройств перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку, построенных на принципах записи электронным лучом в вакууме и записи с помощью лазера. При способе записи электронным лучом будут последовательно создаваться цветоделенные черно-белые исходные материалы на разделых галогенидосеребряных пленках, используемых впоследствии для гидротипного совмещения цветного изображения. Практическое осуществление способа записи совмещенным лучом лазера позволит непосредственно получить цветной негатив, что решит проблему тиражирования фильмокопий снятого на видеоленту материала на серийно выпускаемой кинокопировальной аппаратуре контактной непрерывной печати.

В ближайшие годы будут выполняться работы по совершенствованию этих систем, направленные на упрощение технических решений, повышение качества изображения по резкости и цветопередаче и на повышение стабильности в работе. В дальнейшем будут разрабатываться системы, удовлетворяющие требованиям художественной кинематографии, построенные на основе кинотелевизионного стандарта, обеспечивающей запись ТВ сигналов с повышенной шириной полосы частот.

Успешно развиваются и будут завершены работы по созданию и внедрению систем автоматизации процесса демонстрирования кинофильмов [18] путем выпуска аппаратуры, работающей с беспрерывочными кассетами, с рулонами большой емкости, а также систем программного управления работой киноустановок.

Широкое применение могут найти ТВ средства в процессе кинопоказа [2].

Анализ тенденций и темпов развития лазерной техники в совокупности с продолжающейся тенденцией дальнейшего расширения номенклатуры и совершенствования ее технических характеристик, с учетом опыта исследования и разработки аппаратуры для перевода цветного изображения с магнитной ленты на кинопленку, а также зарубежного опыта в этом направлении позволяет сделать вывод о целесообразности использования совмещенного пучка лучей лазера для высококачественного воспроизведения цветного изображения на экране практически неограниченных размеров с высокой яркостью.

Решение этой задачи облегчается также тем, что наиболее сложная часть — оптико-механиче-

ское строчное сканирующее устройство,— требующая особо высокой точности изготовления, систем электронной коррекции и автоматического регулирования, может быть заменена на оптический дефлектор, управляемый электроникой. Представляет также интерес акустическое устройство визуализации ТВ строки [7].

Проекционные устройства, построенные согласно указанному принципу, позволяют демонстрировать на экране цветные кинофильмы, записанные на магнитную ленту, или использовать видеосигналы, передаваемые из распределительного центра в различные кинотеатры.

Сопоставим характеристики процессов съемки на кинопленку и записи на видеомагнитную ленту по следующим основным показателям: полосе пропускания, необходимости преобразования стандартов и возможности международного обмена, портативности аппаратуры, времени воспроизведения записанного изображения, возможности повторного использования носителя информации, длительности съемочного периода и др.

Качество ТВ изображения на экране телевизора при использовании видеомагнитной ленты и 35-мм кинофильма практически одинаково, несмотря на то что информационная емкость 35-мм кинофильма выше, чем видеозаписи. Это обусловлено тем, что количество информации на экране телевизора ограничено полосой пропускания ТВ тракта [3, 4]. Согласно [5] качество ТВ изображения, воспроизведенного видеомагнитофоном по полосе пропускания, можно приближенно сравнить с 16-мм фильмокопией. Для того чтобы согласовать полосы передачи информации в видеозаписи и 35-мм кинофильма, будут проводиться работы по совершенствованию параметров ТВ тракта.

Следует отметить, что при производстве ТВ фильмов возникают трудности в полном переводе на магнитную видеозапись, которые обусловлены различием международных ТВ стандартов по формату, стандарту разложения, частоте полей и системам кодирования цветной информации. Все это затрудняет международный обмен. При переходе с одного ТВ стандарта на другой требуется преобразование, которое ухудшает качество изображения.

При сопоставлении процессов съемки кинофильмов с видеозаписью по портативности аппаратуры следует отметить, что хотя по массе, габаритам и портативности ТВ камера сопоставима с 16-мм киносъемочной камерой, однако в комплексе уступает ей из-за необходимости применения видеомагнитофона и кабельной связи. В настоящее время аппаратура ТВ записи по портативности уступает киносъемочной.

Портативность ТВ технических средств и их мобильность могут быть сопоставимы с кинематографическими техническими средствами при све-

дении к минимуму каналов кабельной связи между ТВ камерой и видеомагнитофоном. Совершенствование ТВ аппаратуры в этом направлении является задачей ближайшего периода.

Достоинством электронной записи на видеомагнитную ленту в сравнении со съемкой на кинопленку является отсутствие времени обработки материалов записи, а следовательно, повышение эффекта непосредственного показа. Кроме того, видеомагнитная лента может быть использована многократно.

При видеозаписи, в отличие от киносъемки, требуются высококвалифицированные инженерные кадры соответствующего профиля. Поэтому необходима подготовка технического и административного персонала, а также переподготовка опытных в кинопроизводстве лиц применительно к специфике видеозаписи. Серьезное переоснащение киностудии при переходе на производство фильмов магнитным способом требует привлечения киноработников новых технических специальностей и психологической перестройки руководящего творческого и административного персонала.

Учитывая достоинства и недостатки процессов съемки на кинопленку и записи на магнитную ленту, в настоящее время трудно отдать предпочтение одному из них. Однако тенденция развития ТВ средств такова, что можно ожидать в ближайшем будущем от применения видеомагнитной ленты той же гибкости, которую ныне имеет кинопленка.

Рассмотрим перспективы параллельного развития и совершенствования процессов съемки — записи на кинопленку и видеомагнитную ленту. В процессе применения в технике кинематографии ТВ средств будут совершенствоваться их параметры, что создаст условия для перехода к записи кинофильмов на магнитную ленту первоначально для ТВ, затем для создания учебных, научно-популярных и хроникальных фильмов и, наконец, на завершающем этапе — для создания художественных фильмов [1, 5].

В начальный период освоения процесса записи изображения на магнитную ленту проблема показа кинофильмов в кинотеатрах непосредственно с магнитной ленты не будет решена. Кинопоказ фильмов будет осуществляться с помощью ныне существующих в кинотеатрах технических средств, рассчитанных на проекцию кинофильмов. Поэтому в ближайший период будут разрабатываться методы и аппаратура для перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку. Будут исследованы и разработаны перспективные системы перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку одновременно с развитием технологии размножения цветных фильмокопий.

Потенциальные возможности видеозаписи значительны, но до внедрения в профессиональную кинематографию должны и будут решаться проблемы повышения технических параметров, устранения препятствий для международного обмена и др. [4]. Проблему международного обмена следует решить в ближайшие годы путем преобразования стандартов, а затем — разработкой и внедрением единого стандарта для кино и ТВ.

В дальнейшем ТВ изображения следует довести до уровня кинематографического, в частности увеличением числа строк в кадре, заменой чересстрочной развертки построчной и др. Это создаст предпосылки для полной взаимозаменяемости между двумя носителями информации: кинопленки и магнитной ленты.

Появление магнитной видеозаписи не означает отмирания съемки на кинопленку, как полагают некоторые. Мировой опыт подтверждает жизненность способов фиксации изображения на кинопленке и на магнитной ленте. Они будут применяться и сосуществовать в течение длительного времени. Взаимозаменяемость двух носителей информации устранит большинство трудностей, присущих каждому из них в отдельности. Оба процесса будут развиваться, совершенствоваться и соединяться незаметно, чтобы стать единым многосторонним инструментом для производства фильмов.

Анализ процесса съемки — записи изображения на кинопленку и магнитную ленту — с учетом достоинств и недостатков, тенденции их развития и совершенствования, а также методов кинопоказа с использованием лазеров позволяет наметить следующие укрупненные этапы внедрения электронных и ТВ средств в технику кинематографии.

Этап 1, соответствующий ближайшему периоду 10—12 лет. Широкое внедрение в производство киностудий процесса изготовления негатива на кинопленке при использовании видеомагнитной ленты для вспомогательных операций репетиционной записи и контроля. Внедрение электронных и ТВ средств для дистанционного управления комплексом киносъемочной техники, создания комбинированных кадров, электронного моделирования позитивного цветофотографического процесса, управления процессами копирования и химико-фотографической обработки цветных фотографических материалов, перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку, автоматизации процесса демонстрации кинофильмов. На этом этапе необходимо исследовать процесс кинопоказа с помощью ОКГ.

Этап 2, соответствующий периоду 18—20 лет. Внедрение техники магнитной видеозаписи для производства кинофильмов для ТВ и создания учебных, научно-популярных и документальных

фильмов. Использование магнитной ленты для перевода изображения на цветную кинопленку. Фильмокопии копируются в ограниченных тиражах на цветной многослойной пленке.

Съемка художественных фильмов производится на кинопленке. На этом этапе сохраняются технические средства и технология массового тиражирования и показа фильмов, отсутствует необходимость капиталовложений на переоборудование кинокопировальных фабрик и киносети. Завершаются разработка и опробование в производственных условиях системы кинопоказа с использованием лазеров.

Этап 3, после 2000 года. Разработка и внедрение международного кинотелевизионного стандарта, рассчитанного на запись расширенной полосы частот, позволяющего получить на видеомагнитной ленте изображения, не уступающего кинематографическому на 35-мм кинопленке. Разработка и внедрение магнитной видеозаписи для производства художественных фильмов, кинопоказа цветного изображения с помощью лазеров с использованием видеосигналов, поступающих из единого центра.

В заключение следует указать, что одновременно с внедрением электронных и ТВ средств будут улучшаться параметры техники кинематографии. Будет переведен на аддитивный способ дозирования света существующий и вновь создаваемый парк кинокопировальной аппаратуры, повышена скорость кинокопировальной аппаратуры массовой печати, освоена технология производства выровненных по цвету и плотности цветных контратипов, усовершенствованы параметры кинопленок по зернистости, цветопередаче, однородности сенситометрических показателей и механическим свойствам, улучшены оптические системы для съемки, печати и проекции, улучшены показатели лентопротяжных механизмов для всех видов киноаппаратуры: киносъемочной, кинокопировальной, кинопроекционной, проявочной и др.

Повышение качественных показателей фильмовых материалов в совокупности с надежностью работы всех звеньев кинотехнологического оборудования позволит широко внедрить системы поточных линий от операций копирования до контроля на экране. Это существенно повысит КПД оборудования для печати, обработки и контроля фильмоkopий в условиях массовой печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трусько В. Л. Перспективные направления развития техники кинематографии.—«Техника кино и телевидения», 1978, № 1, с. 3—8.
2. Голдовский Е. М., Тельнов Н. И. О кинофикации СССР телевизионным способом.—«Техника кино и телевидения», 1963, № 9, с. 1—6.
3. Александр И. Н., Бутовский Я. Л. Магнитная видеозапись в производстве фильмов. Современные системы записи и воспроизведения изображения. Л., «Искусство», 1972.
4. Сигган Charles. The competition between Videotape and Film. Some observations.—JSMPTЕ, 1977, 86, N 11, p. 809—811.
5. Наррэ L. B. Transferring Videotape to Film.—«BKSTS Jourp.», 1977, 59, N 3, p. 62—67.
6. Артюшин Л. Ф., Иошин О. И., Овилко О. Г., Мучиев С. Г. Кинотелевизионная система печати и записи цветного изображения лазерным лучом на кинопленку с фильмовых материалов и видеоленты.—«Техника кино и телевидения», 1977, № 7, с. 3—11.
7. Джаматто. Laser imaging Device. United States Patent. N 3818129, 1974, June 18.
8. Тельнов Н. И. Телевизионная техника в кинопроизводстве. М., «Искусство», 1978.
9. Комар В. Г. О направлениях научно-исследовательских работ в кинематографии в 1971—1975 гг.—«Техника кино и телевидения», 1972, № 1, с. 3—8.
10. Александр И. Н., Плиннер А. Н. Телевизионное визиривание и контрольная видеозапись при производстве художественных фильмов.—«Техника кино и телевидения», 1974, № 10, с. 16—22.
11. Гольштейн Л. Г. Электронный способ цветной блуждающей маски.—«Техника кино и телевидения», 1972, № 1, с. 21—28.
12. Гольштейн Л. Г., Друккой О. В. Установка для впечатывания фоновых изображений электронным способом цветной блуждающей маски.—«Техника кино и телевидения», 1975, № 3, с. 3—8.
13. Братченко В. Н., Ишуткин В. М., Котелевец В. П., Мазуренко В. Л. Телевизионный анализатор «Цвет-2».—«Техника кино и телевидения», 1974, № 7, с. 3—9.
14. Шкуто Е. Ф. Оценка искажений цветовоспроизведения при моделировании позитивной стадии цветофотографического процесса.—«Техника кино и телевидения», 1974, № 5, с. 16—23.
15. Иошин О. И., Комар В. Г. Электроника в кинематографии.—«Техника кино и телевидения», 1974, № 9, с. 3.
16. Высоцкий М. З., Комар В. Г. Новое в кинотехнике и кинотехнологии.—«Техника кино и телевидения», 1974, № 5, с. 70—82.
17. Сорри Э. А., Шкуто Е. Ф. О возможностях повышения точности моделирования позитивного цветофотографического процесса.—«Техника кино и телевидения», 1978, № 9, с. 27—34.
18. Мунькин В. Б. Автоматизация демонстрирования кинофильмов.—«Техника кино и телевидения», 1978, № 10, с. 76—81.

Корреляционный метод группировки регионов страны для системы пробного показа новых кинофильмов

О. Ф. Семенов

Одним из путей повышения эффективности работы системы кинопроката является применение научно обоснованного планирования процесса проката кинофильмов, позволяющего более рационально использовать имеющиеся ресурсы и максимизировать степень достижения цели при определенных ограничениях. Научно обоснованное планирование в сфере кинопроката требует научно обоснованных принципов прогнозирования возможностей ресурсов, т. е. прогнозирования зрительского успеха новых кинофильмов. В НИКФИ разрабатывается методика прогнозирования зрительского успеха новых кинофильмов по режиссерскому сценарию. Однако, как показывает опыт, достоверность такого прогноза недостаточна для составления производственных планов кинопроката и кинокопировальной промышленности, и он не позволяет решать задачу оптимального планирования рассылки фильмокопий по территориальным зонам страны.

Можно показать, что решение этой проблемы достигается методом двухэтапного прогнозирования:

прогнозированием успеха фильма по режиссерскому сценарию — для целей перспективного и годового планирования;

прогнозированием локальных зрительских оценок фильма на основе просмотра готового фильма в системе пробного показа — для квартального планирования процесса тиражирования и составления планов рассылки фильмокопий по регионам страны. Именно прогнозирование локальных зрительских оценок по готовому фильму позволит уточнить общий тираж конкретного фильма и формировать оптимальный план рассылки фильмокопий.

Для проведения этого этапа прогнозирования система пробного показа должна представлять собой сеть точек пробного показа, расположенных в городах, являющихся адекватными представителями выделенных регионов.

В общем виде методика определения тиража по результатам пробного показа сводится к следующему.

Назовем количество зрителей, которое может собрать фильм при бесконечно большом количестве копий при существующих нормальных условиях демонстрации фильма, зрительским потенциалом фильма — Z_p .

Пусть дан набор новых кинофильмов Φ_1, Φ_2 и Φ_3 , причем общий тираж этих фильмов ограничен ресурсом пленки и равен T . В результате проведения пробного показа фильмов во всех i точках регионов страны ($i=1, 2, \dots, m$) получены значения зрительских потенциалов этих фильмов

$$Z_{p1}, Z_{p2} \text{ и } Z_{p3}, \text{ при этом } Z_{p1} = \sum_{i=1}^m Z_{p1i}; \quad Z_{p2} = \sum_{i=1}^m Z_{p2i}; \\ Z_{p3} = \sum_{i=1}^m Z_{p3i}.$$

Необходимо так распределить общий тираж T между Φ_1, Φ_2 и Φ_3 , чтобы количество зрителей по этим фильмам было максимальным, а тиражи оптимально распределены между регионами страны.

Одним из методов решения этой задачи является метод изоклинов¹, в общих чертах заключающийся в следующем.

На рис. 1 представлены зависимости $Z=f(t)$, аппроксимированные экспонентой, для которой Z_p является асимптотой [1].

Линия, пересекающая кривые $Z=f(t)$ в точках a, b и c , в которых числовые значения производных равны между собой и некоторой константе C , называется изоклиной. Причем $C=f'(T)$. Можно показать, что точки a, b и c дают такие значения количества зрителей Z_1, Z_2 и Z_3 и величины тиражей фильмов t_1, t_2 и t_3 , для которых $\Sigma Z \rightarrow Z_{\max}$, а $\Sigma t \rightarrow T$. Таким образом, изоклина для некоторого заданного значения T дает возможность оптимально распределить общий ресурс кинопленки между фильмами Φ_1, Φ_2 и Φ_3 . Любые другие варианты распределения ресурса пленки ведут к уменьшению числа зрителей, а следовательно, и валового сбора.

Распределение тиражей t_1, t_2 и t_3 по регионам может быть выполнено с учетом веса региональных зрительских потенциалов Z_p и мощности киносети этих регионов.

Разработка и внедрение системы пробного показа, функционирующего в автоматизированной системе управления кинопрокатом, требует решения ряда методических и организационных вопросов, одним из которых является вопрос разделения территории страны на регионы, схожие по зрительскому интересу к той или иной группе кинофильмов. Вместе с тем следует отметить, что малое количество регионов, а следовательно, и точек показа дает сильно усредненные оценки фильмов, а большое количество точек показа ведет к усложнению системы, увеличению трудностей ее внедрения и эксплуатации. С этой точки зрения представляет интерес вопрос объединения регионов в некоторые группировки по признаку «схожести», в статистическом смысле, по реакции зрителей регионов на одинаковые наборы кинофильмов.

Нам неизвестны какие-либо работы, касающиеся идентификации регионов страны по реакции зрителей на определенные наборы кинофильмов. Хотя ряд социологических исследований дает некоторые оценки качества этой реакции. Так, например, существует мнение, что в республиках Средней Азии фильмы индийского производства демонстрируются с большим успехом, чем в республиках Прибалтики. В регионах с тяжелой индустрией с большим успехом де-

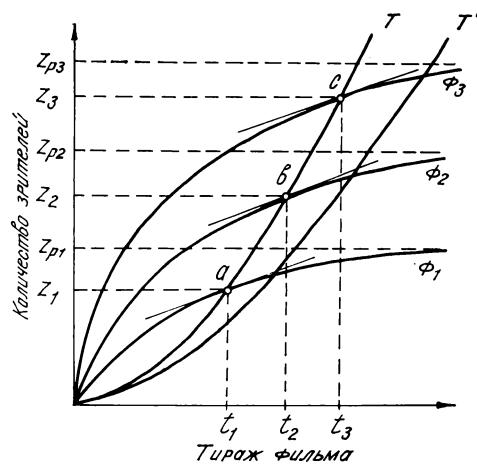


Рис. 1. Зависимости $Z=f(t)$ для значений Z_{p1}, Z_{p2}, Z_{p3} и изоклины для T и T' ($T < T'$; $T=t_1+t_2+t_3$)

¹ Идея метода изоклинов впервые высказана И. И. Бураковым.

монстрируются фильмы о жизни рабочего класса, а в регионах с преобладанием научной интеллигенции — фильмы проблемные, сложные и т. д. Однако таких примеров оценки качества реакции зрителей совсем немного.

В настоящей работе излагается методика группировки регионов по «сходству» зрительских интересов для системы прогнозирования локальных оценок успеха новых фильмов на основе результатов пробного показа.

Существует несколько методов классификации и группировки объектов, в том числе и экономического характера [2, 3]. На наш взгляд, наиболее продуктивным и быстрее ведущим к решению поставленной задачи является метод исследования статистических связей, определяемых коэффициентом парной корреляции, и дальнейшей группировки объектов в корреляционные плеяды. Как известно, метод корреляционного анализа основан на широко используемой в математической статистике идеи сравнения изменений изучаемых признаков некоторых объектов. Если эти сравнения показывают, что значения одного признака варьируют сопряженно с вариациями другого признака, то можно предположить, что между этими признаками существует некоторая связь, величина которой определяется коэффициентом корреляции.

В данной методике в качестве признака выбрано число зрителей, просмотревших некоторый набор фильмов, а, учитывая, что система кинопроката построена по союзно-республиканскому принципу, в качестве объектов, подлежащих исследованию и группировке в плеяды, выбраны союзные республики.

На рис. 2 представлены результаты проката кинофильмов выпуска 1975 г. по двум группам республик: «УССР — КазССР» и «АзССР — АрмССР». В данной работе рассматриваются группы только из двух республик. Из рассмотрения первой группы республик видно, что по результатам демонстрации фильма в одной республике можно предвидеть результат демонстрации этого фильма в другой. Причина этого — статистическая связь между результатами проката фильмов в обеих республиках, определяемая высоким значением коэффициента корреляции ($r=0,924$). Такая

Рис. 2. Результаты демонстрации советских кинофильмов выпуска 1975 г. по всей киносети:
а — «УССР — КазССР» (количество посещений на одного жителя в год в УССР — 15, в КазССР — 24); б — «АзССР — АрмССР» (количество посещений на одного жителя в год в АзССР — 7, в АрмССР — 7)

сильная связь может быть описана уравнением регрессии, т. е. формализована. Сделать аналогичный вывод из рассмотрения второй группы республик нельзя, так как сопряженность в вариациях количества зрителей в этих республиках практически отсутствует ($r=0,376$).

Рассмотрим вопрос таких связей между республиками более подробно.

Коэффициент корреляции числа зрителей республик i и k можно определить как усредненное (по набору фильмов) произведение нормированных отклонений числа зрителей от среднего значения, т. е.

$$\frac{N_{ij} - \bar{N}_i}{\sigma_i} \cdot \frac{N_{kj} - \bar{N}_k}{\sigma_k}, \quad (1)$$

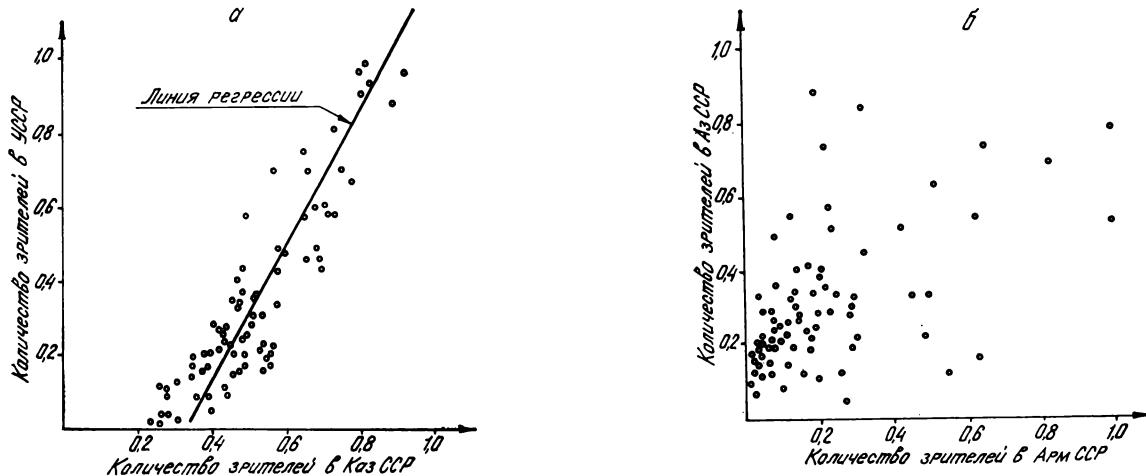
где $N_{ij} - \bar{N}_i$ — отклонение числа зрителей по j -му фильму от среднего значения по всему набору фильмов в i -й республике ($i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, n$); $N_{kj} - \bar{N}_k$ — аналогично для k -й республики ($k=1, 2, \dots, p$; $j=1, 2, \dots, n$);

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (N_{ij} - \bar{N}_i)^2}{n-1}} \text{ — среднеквадратичное отклонение числа зрителей в } i\text{-й республике}$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (N_{kj} - \bar{N}_k)^2}{n-1}} \text{ — среднеквадратичное отклонение числа зрителей в } k\text{-й республике}$$

После подстановок и несложных преобразований формулы (1) получим общую формулу, удобную для расчета коэффициентов парной корреляции на ЭВМ:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot \sum_{j=1}^n N_{kj}}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^n N_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n N_{ij} \right)^2 \right] \left[\sum_{j=1}^n N_{kj}^2 - \left(\sum_{j=1}^n N_{kj} \right)^2 \right]}}. \quad (2)$$



Как было указано выше, на первом этапе в качестве регионов были принятые союзные республики, т. е. $m=15$. Тогда группировка республик $R_1, \dots, R_i, \dots, R_k, \dots, R_m$, характеризуемая признаками $N_1, \dots, N_j, \dots, N_n$, может быть представлена матрицей из m столбцов и n строк:

$$\begin{array}{cccc|c} N_{11} & N_{21} & \dots & N_{i1} & \dots & N_{k1} & \dots & N_{m1} \\ N_{12} & N_{22} & \dots & N_{i2} & \dots & N_{k2} & \dots & N_{m2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ N_{1j} & N_{2j} & & N_{ij} & & N_{kj} & & N_{mj} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ N_{1n} & N_{2n} & \dots & N_{in} & \dots & N_{kn} & \dots & N_{mn} \end{array}$$

Расчет коэффициентов корреляции по числу зрителей для фильмов выпусков 1973—1976 гг. (I, II, III, IV кв.), 1977 г. (I и II кв.) проводился на ЭВМ «Минск-22» по формуле (2) ¹. Кроме этого, для фильмов выпуска 1976 г. были определены коэффициенты корреляции с учетом количества копий T , направленных в республики. В последнем случае в формуле (2) значения N заменялись значениями N/T . Во всех случаях расчеты проводились с учетом всей киносети страны. Результаты расчетов на ЭВМ были получены в виде корреляционных матриц (рис. 3).

Как известно, значения r_{ik} могут колебаться в пределах от -1 до $+1$. При $r_{ik} \approx 0$ вариации количества зрителей в сравниваемой группе республик происходят независимо. При $r_{ik} \neq 0$ доля изменчивости количества зрителей в одной республике будет вполне закономерно определяться изменчивостью количества зрителей в другой республике той же группы.

Если в нескольких группах республик вариации количества зрителей происходят идентично с равной или почти равной степенью корреляции, то можно говорить об объединении этих групп.

¹ Составление программы для ЭВМ и проведение расчетов выполнены ст. инженером лаборатории вычислительной техники НИКФИ И. В. Карташовой.

нении этих республик в так называемые плеяды — группировки республик, одинаково реагирующих на некоторый набор фильмов. Однако для нас представляют ценность плеяды, в которых объединены республики с сильной корреляционной связью. В этом случае необходимо выбрать критерий достаточности силы корреляционной связи.

Так как степень связанных в вариациях двух признаков определяется величиной r_{ik}^2 то примем за критерий сильной связи $r_{ik} > 0,9$, средней связи $0,9 > r_{ik} \geq 0,7$ и слабой связи $r_{ik} < 0,7$.

В этом случае при сильной связи изменения в числе зрителей в выбранной группе республик будут закономерно взаимосвязаны более чем по 81 % кинофильмов, и эта связь (или ее отсутствие) будет носить чисто случайный характер менее чем по 19 % фильмов.

Оценка достоверности коэффициентов корреляции производилась по следующей формуле [5]:

$$t = \frac{r_{ik}}{\sqrt{1 - r_{ik}^2}} \sqrt{n - 2},$$

где t — критерий значимости; n — число выборок из генеральной совокупности фильмов.

Минимальное число выборок было сделано при анализе фильмов за один квартал (более 40 фильмов). Тогда для $n=40$ и $r_{ik}=0,9$, $t=12$, что по таблице t — распределения Стьюдента соответствует достоверности более 0,999.

По результатам анализа коэффициентов корреляции по фильмам 1974, 1975 и 1976 гг. был построен график для случая трех выше оговоренных уровней корреляции.

В соответствии с этими уровнями все 15 республик распались на три плеяды. Первая плеяда объединила республики, имеющие высокий коэффициент корреляции между собой. В эту плеяду вошли РСФСР, УССР, БССР, МолдССР и КазССР.

Значения коэффициентов для этих групп республик стабильны как по квартальным, так и по годовым результатам кинопроката. Для примера в таблице даны значения r для групп республик «УССР — БССР» и «РСФСР — КазССР». Ко второй плеяде относятся республики, характеризующиеся средним значением коэффициента корреляции между собой и республиками первой плеяды: УзССР, КиргССР, ТаджССР, АрмССР, ТГССР и ЭССР.

	РСФСР	УССР	БССР	УзССР	КазССР	ГрузССР	АзССР	ЛитССР	МолдССР	ЛатвССР	КиргССР	ТаджССР	АрмССР	ТГССР	ЭССР
РСФСР	1	0,9496	0,9564	0,7463	0,9243	0,6213	0,4123	0,8123	0,8802	0,5696	0,8776	0,8656	0,5227	0,4760	0,8551
УССР		1	0,9508	0,7580	0,9241	0,6822	0,4329	0,8173	0,8995	0,5681	0,8727	0,8697	0,5237	0,5188	0,8648
БССР			1	0,7377	0,9029	0,6742	0,4001	0,8177	0,9016	0,5982	0,8875	0,8581	0,5641	0,4828	0,8468
УзССР				1	0,7832	0,6010	0,4195	0,6302	0,7818	0,4167	0,7166	0,7598	0,4947	0,5949	0,6838
КазССР					1	0,6959	0,4575	0,7589	0,8728	0,5309	0,8854	0,8821	0,5075	0,5673	0,7897
ГрузССР						1	0,4461	0,6430	0,7156	0,3907	0,6500	0,7158	0,5916	0,5900	0,6719
АзССР							1	0,3788	0,4957	0,1915	0,5263	0,5537	0,3757	0,3568	0,4300
ЛитССР								1	0,7810	0,6446	0,7147	0,7431	0,4873	0,4819	0,8189
МолдССР									1	0,5311	0,8294	0,8705	0,5902	0,5604	0,8111
ЛатвССР										1	0,5082	0,4554	0,2770	0,2480	0,6808
КиргССР											1	0,8668	0,5197	0,4928	0,7740
ТаджССР												1	0,6039	0,5746	0,7791
АрмССР													1	0,5126	0,5132
ТГССР														1	0,5277
ЭССР															1

Рис. 3. Машинная матрица коэффициентов корреляции по результатам демонстрации советских фильмов за 1976 г. (вся киносеть)

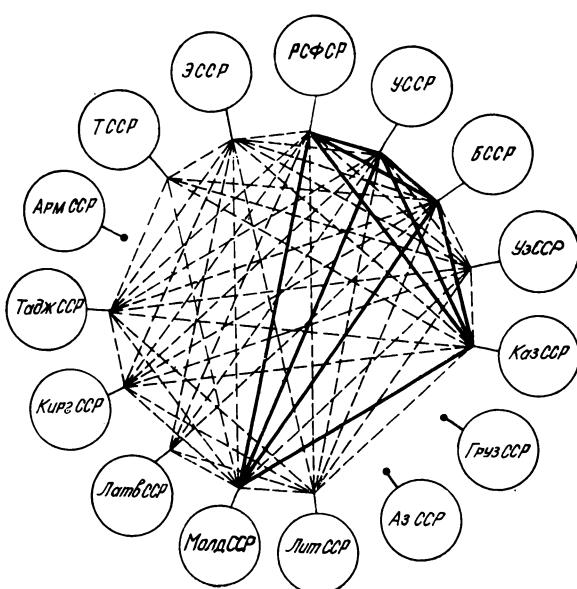


Рис. 4. Корреляционный график сопряженности зрительских интересов по республикам

ТаджССР, ТССР, ЛатвССР, ЛитССР и ЭССР. В третью плеяду вошли АзССР, ГрузССР и АрмССР, имеющие малое значение коэффициента корреляции со всеми республиками, в том числе и между собой. Характерной особенностью республик третьей плеяды является большая нестабильность квартальных коэффициентов корреляции. Частично эта особенность относится и к республикам Прибалтики. Для примера в таблице даны значения r_{ik} для групп республик «АрмССР — УзССР» и «ЛатвССР — КиргССР».

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что для построения системы пробного показа в республиках первой плеяды может быть организована всего одна точка показа, результаты демонстрации фильмов в которой должны дать достаточно надежные оценки зрительского успеха фильмов во всех пяти республиках.

В остальных республиках вследствие слабо выраженной корреляционной связи необходимо иметь самостоятельные точки пробного показа. Таким образом, общее число точек показа может быть сокращено с 15 до 11. Методика выбора точек показа, адекватно отражающих средние зрительские оценки по регионам или группе регионов, выходит за рамки настоящей работы и должна явиться логическим продолжением исследований в направлении решения вопросов построения системы пробного показа.

Кроме этого, анализ большого объема результатов, полученных на ЭВМ, показал, что учет копий, распределенных по республикам, оказывает слабое влияние на корреляционную связь между республиками первой плеяды; несколько выше это влияние у республик второй и третьей плеяды; причиной этого, по-видимому, является либо несовершенство системы распределения тиражей по республикам второй и третьей плеяд, либо несовершенство планирования репертуара кинотеатров органами кинофикации. Замечено, что во II и особенно в III кварталах года степень корреляционных связей увеличивается; можно предположить, что причиной этого являются миграции населения во время отпусков.

Годы	Коэффициент корреляции r_{ik}			
	УССР — БССР	РСФСР — КазССР	АрмССР — УзССР	ЛатвССР — КиргССР
1973 г.				
I квартал	0,90	0,89	0,69	0,52
II »	0,98	0,96	0,61	0,81
III »	0,93	0,94	0,18	0,80
IV »	0,97	0,97	0,43	0,68
1974 г.				
I квартал	0,98	0,98	0,81	0,94
II »	0,98	0,94	0,51	0,86
III »	0,93	0,98	0,43	0,91
IV »	0,97	0,92	0,61	0,76
1975 г.				
I квартал	0,95	0,96	0,63	0,29
II »	0,96	0,91	0,60	0,78
III »	0,96	0,93	0,51	0,75
IV »	0,94	0,91	0,27	0,31
1976 г.				
I квартал	0,94	0,95	0,24	0,68
II »	0,92	0,81	0,11	0,40
III »	0,99	0,95	0,81	0,79
IV »	0,96	0,94	0,63	0,28
1977 г.				
I квартал	0,95	0,97	0,06	0,48
II »	0,94	0,94	0,79	0,39

Выводы

1. Метод парной корреляции позволяет провести анализ сопряженности зрительских интересов к кинофильмам между отдельными регионами страны: республиками, областями, районами, городами.

2. Использование метода в исследовании республик позволило выявить устойчивую группировку, обладающую высоким коэффициентом корреляции ($r > 0,9$) в составе РСФСР, УССР, БССР, МолдССР и КазССР, а также неустойчивую группировку республик со слабыми корреляционными связями (в основном $r < 0,6$) в составе АрмССР, АзССР и ГрузССР.

3. Метод позволяет разработать машинный алгоритм и формировать группировки регионов с использованием ЭВМ.

4. К недостаткам метода следует отнести невозможность установления причинно-следственных связей в проявлении той или иной корреляционной связи, т. е. выявления факторов, влияющих на степень сопряженности зрительских интересов. Развитие метода возможно с помощью применения регрессионного и факторного анализов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г. О математических методах прогнозирования количества кинозрителей. — «Техника кино и телевидения», 1973, № 10, с. 3—10.

2. Елисеева И. И., Рукавишников В. О. Группировка, корреляция, распознавание образов. М., «Статистика», 1977, с. 7—18.

3. Аркадьев А. Г., Браверман Э. М. Обучение машины классификации объектов. М., «Наука», 1971, с. 156—185.

4. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. М., Изд-во иностр. лит., 1956, с. 521.

Точность матрицирования сигналов и верность цветопередачи в ЦГ

А. К. Кустарев

Введение

В цветном ТВ широко используется линейное преобразование цветовых сигналов (матрицирование), которое описывается матрицей 3×3 . Матрицирование выполняется при кодировании цветовых сигналов и декодировании полного цветового сигнала, а также при переходе к цветовой системе приемника от системы камеры или для цветокоррекции [1].

Значения элементов матрицы, с одной стороны, не могут быть реализованы абсолютно точно, а, с другой стороны, могут изменяться в некоторых пределах в процессе работы. Отклонения значений элементов матрицы от номинальных приводят к изменению величин сигналов, получаемых при пересчете, и, следовательно, к изменению в конечном счете воспроизведимых цветов. При расчетах с использованием матриц (пересчет цветовых координат из одной цветовой координатной системы в другую или определение сдвигов цветов) ошибки могут возникать из-за слишком грубого округления значений элементов матрицы.

Для установления допусков на отклонения элементов матриц от их номинальных значений надо знать связь между этими отклонениями и вызываемыми ими искажениями цветов.

Рассмотрим переход от цветовой системы C с цветовыми координатами $C = R, G, B$ к цветовой системе W с координатами $W = X, Y, Z$:

$$[W] = [a_{WC}] [C], \quad (1)$$

где

$$[a_{WC}] = \begin{bmatrix} a_{XR} & a_{XG} & a_{XB} \\ a_{YR} & a_{YG} & a_{YB} \\ a_{ZR} & a_{ZG} & a_{ZB} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Координаты C в (1) при электрическом преобразовании соответствующие подаваемым на вход матричной схемы сигналам будем называть входными (и цветовую систему C входной системой), а координаты W (и систему W) — выходными. Формула (1) имеет общее значение, и при исследовании переходов между цветовыми системами с другими обозначениями символы координат и индексы у элементов соответственно заменяются.

Пусть каждый элемент a_{WC} матрицы (2) может произвольно и независимо изменяться в пределах $\pm \delta_{WC}$, в результате чего матрица примет вид

$$[a_{WC}^*] = \begin{bmatrix} a_{XR} \pm \delta_{XR} & a_{XG} \pm \delta_{XG} & a_{XB} \pm \delta_{XB} \\ a_{YR} \pm \delta_{YR} & a_{YG} \pm \delta_{YG} & a_{YB} \pm \delta_{YB} \\ a_{ZR} \pm \delta_{ZR} & a_{ZG} \pm \delta_{ZG} & a_{ZB} \pm \delta_{ZB} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Здесь знак при каждом из δ_{WC} не зависит от знаков в остальных элементах.

Когда изменяется только количество входного цвета, а его цветность остается постоянной, выходные координаты изменяются пропорционально, поэтому ошибки цветности, обусловленные неправильной матрицей, не зависят от количества (яркости) входного цвета.

Если каждый элемент a_{WC} изменяется в указанных в (3) пределах, то каждая из трех выходных координат W будет изменяться в некоторых пределах, т. е. $W^* = W \pm \delta_W$. Точка искаженного цвета в цветовом пространстве W будет находиться при этом в пределах параллелепипеда с ребрами, равными $2\delta_W$ и параллельными соответствующим осям. Зоны возможного разброса цветности, являющиеся центральными проекциями пространственных зон на единичную плоскость, будут в общем случае шестиугольниками, образованными отрезками прямых, сходящихся в вершинах цветового треугольника входной системы. В дальнейшем для краткости записи цветовой треугольник будем обозначать Δ . Так, цветовые треугольники систем C и W будут обозначаться соответственно $\Delta(C)$ и $\Delta(W)$.

Рассмотрим два вида отклонений элементов матрицы от номиналов, а именно на некоторую постоянную величину (аддитивное) и на определенный процент (мультипликативное).

При аддитивном изменении элементов на одинаковую величину δ матрица (3) примет вид

$$[a_{WC}^*] = [a_{WC}] \pm \delta I. \quad (4)$$

При мультипликативном изменении элементов на одинаковый процент $\delta_{WC} = \delta a_{WC}$ и матрица (3) станет

$$[a_{WC}^*] = [a_{WC}] (1 \pm \delta). \quad (5)$$

Разброс цветности при аддитивном изменении элементов матрицы

Искаженные значения W^* выходных координат по (4) и (1) равны

$$[W^*] = [W + \delta (\pm R \pm G \pm B)]. \quad (6)$$

Максимально возможные изменения выходных координат будут, очевидно, иметь место при такой комбинации знаков в круглых скобках, когда выражение в скобках максимально по величине и либо положительно, либо отрицательно, т. е.

$$[W_{Mo}^{*+}] = \left[W \pm \delta \sum_R^B |C| \right]. \quad (7)$$

При расчете координат цветности общие множители ко всем цветовым координатам не имеют значения, поэтому, поделив левую и правую части (7) на сумму цветовых координат $T^w = X + Y + Z$, получим

$$[W_M^*] = \left[w \pm \delta \frac{T^c}{T^w} \sum_r^b |c_r| \right], \quad (8)$$

где $w = x, y, z$ — координаты цветности в системе W . По той же причине в качестве цветовых координат C можно брать координаты цветности $c = r, g, b$.

Рассмотрим сначала крайний возможный случай перехода, когда матрица $[a_{wc}]$ единичная, т. е. системы C и W совпадают. Для области цветностей в пределах $\Delta(W) = \Delta(C)$ все три координаты $w = c$ больше нуля. В этом случае $\Sigma |C| = T^c = T^w$, и приращения цветовых координат w равны по (8) $\pm \delta$.

Для точек вне $\Delta(W)$ одна или две из координат w меньше нуля. При этом $\sum_x |w| > T^w$, и зоны разброса по мере удаления точек от $\Delta(W)$ увеличиваются. Линии постоянного увеличения δ образуют контуры из отрезков прямых $w = \text{const}$ (при $W_1 < 0$ $\Sigma |w| = 1 - 2w_1$ и для $w_1 = -0,1$ $\Sigma |w| = 1,2$ и т. д.).

Зоны разброса при $\delta = 0,05$ для ряда точек внутри $\Delta(W)$ и на контуре $\Sigma |w| = 1,4$ вне его показаны на графике w на рис. 1. Вершины зон разброса рассчитываются по (8) при $T^c = T^w$ с различными комбинациями знаков для трех w . Поскольку для каждой из сторон шестиугольников разброса отношение двух цветовых координат постоянно, эти стороны являются отрезками прямых, проходящих через вершины (W). Ясно, что при самих этих вершинах зоны представляют собой четырехугольники.

Зоны разброса рис. 1 для единичной матрицы перехода будем называть единичными. Как видно по рис. 1, единичные зоны разброса цветности на всей площади $\Delta(W)$ имеют примерно одинаковые размеры.

При неединичной матрице приращения координат w получают добавочный множитель T^c/T^w , что равноценно изменению δ по сравнению со случаем единичной матрицы. Лишь в частном случае перехода с аффинным преобразованием координат цветности, когда при переходе сохраняется бесконечно удаленная прямая (эпирон) графика цветностей, $T^c = T^w$ [2]. При этом зоны разброса цветности такие же, как и единичные. В общем случае преобразования цветовых координат изменение δ по сравнению со случаем единичной матрицы в T^c/T^w раз зависит от цветности.

На произвольном графике цветностей отношение T^c/T^w представляется пучком прямых. Для

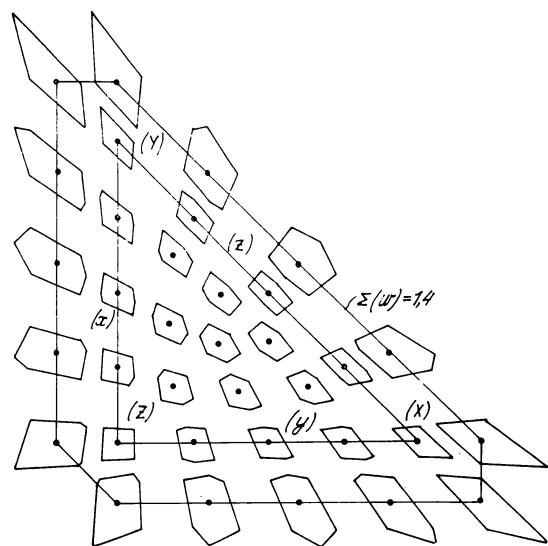


Рис. 1. Единичные зоны разброса на графике цветностей w при $\delta = 0,05$ (аддитивное изменение элементов матрицы)

всех точек этих прямых отношение T^c/T^w постоянно. Этот пучок можно построить по трем прямым: эпирону t^c системы C , для которого $T^c/T^w = 0$, эпирону t^w системы W , для которого $T^c/T^w = \infty$ и любой третьей прямой, для которой известно T^c/T^w . На графике w прямая t^w находится в бесконечности, и пучок прямых $T^c/T^w = \text{const}$ будет семейством параллельных прямых с равномерной шкалой, определяемой двумя известными прямыми.

Наибольшее увеличение и уменьшение δ , а следовательно, и зон разброса по сравнению с единичными зонами в пределах $\Delta(C)$ будет для точек касания $\Delta(C)$ прямыми пучка T^c/T^w , т. е. для одной или двух вершин (C).

Рассмотрим область цветностей вне $\Delta(C)$. Стороны этого треугольника разбивают всю плоскость графика цветностей на четыре области, как показано на рис. 2. Это содержащая I_c внутренность треугольника, для которой $r, g, b > 0$, и три внешние области, обозначенные R, G, B , для которых, как показано на рис. 2, знак при соответствующей координате c отличен от знаков при других координатах. Внешние области также ограничены треугольниками, которые пересекаются эпироном t^c .

Для каждой из трех внешних областей $\Sigma |C| = \pm (T^c - 2C_1)$, где знак плюс относится к области $c_1 < 0$, а минус — к области $c_1 > 0$. Соответственно коэффициент изменения δ

$$k = \frac{\Sigma |C|}{T^w} = \pm \frac{T^c - 2C_1}{T^w}. \quad (9)$$

Это выражение является уравнением пучка прямых $k = \text{const}$, параллельных на графике w . По (9) $k = 0$ при $T^c = 2C_1$. Это имеет место,

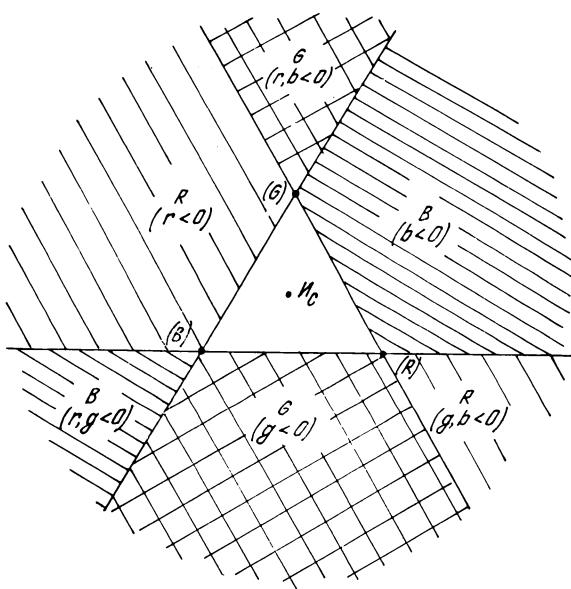


Рис. 2. Внутренняя и внешние области $\Delta(C)$ на графике цветностей

очевидно, для двух точек, которые определяют прямую $k = 0$; а именно для точки с $C_2 = 0$, $C_1 = C_3$ и $C_3 = 0$, $C_1 = C_2$. Это точки цветов, дополнительных к основным цветам (C_2) и (C_3) соответственно, т. е. две диагональные точки цветового четырехугольника (C) I_c . Таким образом, прямыми $k = 0$ для трех внешних областей $\Delta(C)$ являются стороны диагонального треугольника.

Для нахождения единичных прямых трех пучков k заметим, что при $C_1 = 0$, т. е. на стороне (C_1), как видно по (9), $k = T^c/T^w$, т. е. это точки пересечения со стороной (c) полученных ранее прямых $T^c/T^w = \text{const}$. Поэтому пересечение прямой $T^c/T^w = 1$ с тремя сторонами (c) даст точки, определяющие прямые $k = 1$ для трех пучков $k = \text{const}$ в соответствующих областях.

Весь пучок k в соответствующей внешней области $\Delta(C)$ можно построить по линейной шкале, определяемой найденными нулевой и единичной прямыми при положительных и отрицательных значениях k . Естественно, в чем можно легко убедиться по (9), точкам на сторонах $\Delta(C)$ соответствует одно и то же значение k , если рассматривать их принадлежащими к одной или другой из двух смежных областей, разделяемых этой прямой. Поэтому линии $k = \text{const}$ образуют замкнутые шестиугольные контуры, частями которых являются и линии $T^c/T^w = \text{const}$ внутри $\Delta(C)$. Построение этих контуров может быть выполнено целиком графически по данному цветовому четырехугольнику (C) I_c .

Рассмотрим зоны разброса цветности для реаль-

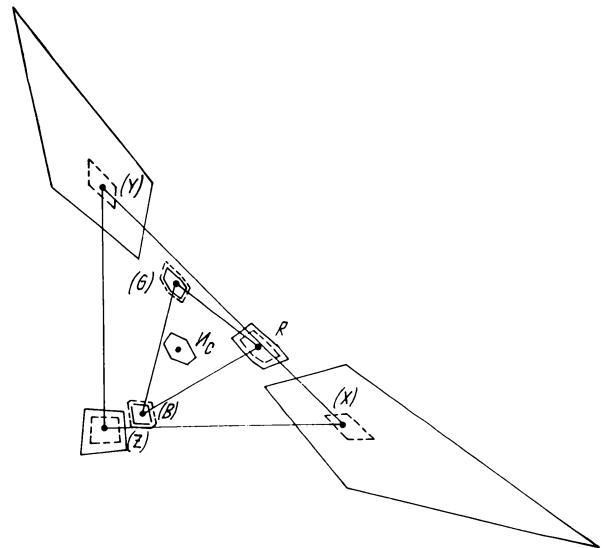


Рис. 3. Единичные и действительные зоны разброса для перехода с матрицей (10) при $\delta=0,05$ (аддитивное изменение элементов матрицы)

ной матрицы на примере перехода от стандартной цветовой системы приемника C к международной колориметрической системе МКО W :

$$[a_{wc}] = \begin{bmatrix} 0,4303 & 0,3416 & 0,1782 \\ 0,2219 & 0,7068 & 0,0713 \\ 0,0202 & 0,1296 & 0,9387 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Поскольку в результате пересчета по матрице $[a_{wc}]$ получаются координаты W , то, естественно, интерес представляет в первую очередь разброс именно этих координат. Поэтому построение зон разброса цветности логично выполнять на графике w .

Единичные зоны разброса координат w при $\delta = 0,05$ для вершин цветовых четырехугольника (C) I_c и треугольника (W) показаны на графике w на рис. 3 штриховыми линиями. Сплошными линиями там же показаны действительные зоны при матрице (10). Наибольшие изменения δ для цветностей в пределах $\Delta(C)$ можно оценить, рассчитав отношения T^c/T^w для основных цветов (C). Значения $T^w_{(C)}$ найдутся как суммы элементов трех столбцов матрицы (10) (умножение матрицы на $C = 1, 0, 0; 0, 1, 0$ и $0, 0, 1$). Поскольку $T^c_{(C)} = 1$, величины, обратные найденным суммам, равны $T^c_{(C)}/T^w_{(C)}$. По (10) получаем $T^c_{(R)}/T^w_{(R)} = 1,4873$; $T^c_{(G)}/T^w_{(G)} = 0,8489$; $T^c_{(B)}/T^w_{(B)} = 0,8360$.

На рис. 4 показаны контуры, дающие полную картину изменения единичных зон разброса координат w . По рис. 4, где показана часть пучка T^c/T^w внутри $\Delta(C)$, видно, что единичная прямая этого пучка в пределах чертежа пересекает лишь

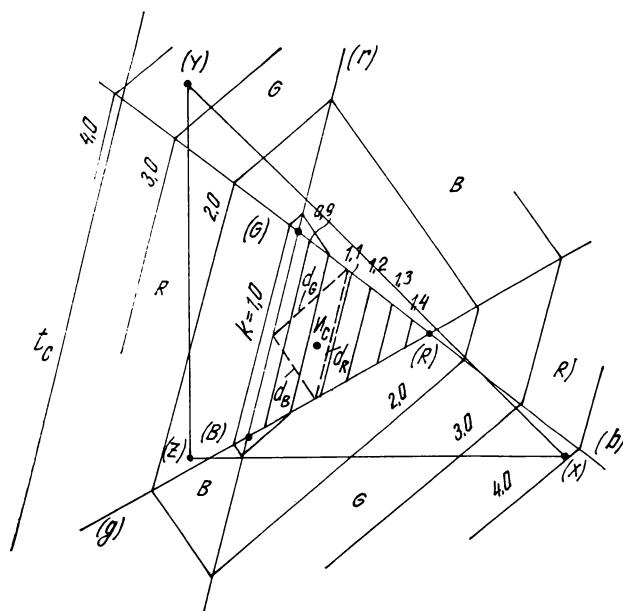


Рис. 4. Контуры изменения единичных зон разброса при переходе с матрицей (10) (аддитивное изменение элементов матрицы)

стороны (g) и (b) . Точки пересечения определяют единичные прямые пучков k для двух полуобластей G и B соответственно. Отрезки единичных прямых пройдут из этих точек параллельно соответствующим сторонам d_g и d_b диагонального треугольника. Отрезки прямых, проведенных в остальных внешних областях $\Delta(C)$ параллельно соответствующим диагоналям, дополняют полученный участок до замкнутого контура $k = 1$. По сторонам шестиугольника $k = 1$ и диагоналям ($k = 0$) наносятся линейные шкалы k в пределах соответствующих областей графика w и строится нужное число контуров $k = \text{const}$.

По контурам рис. 4 можно видеть, что для $\Delta(W)$ наибольшее увеличение δ имеет место для вершины (X) ($k \approx 4$), а наименьшее ($k \approx 1,5$) для (Z) . Соответственно увеличиваются зоны разброса цветности, как видно на рис. 3.

Матрица может описывать не преобразование цветовых координат, а сдвиги цветов в одной цветовой координатной системе, как это имеет место, например, при цветокоррекции. Если принять точки, в которые сдвигаются вершины цветового четырехугольника системы C , за вершины цветового четырехугольника системы C_1 , то матрица $[A_{C,C_1}]$, описывающая этот сдвиг, равна матрице перехода $[a_{CC_1}]$ [1]. Поэтому для построения зон разброса цветности матрицу сдвига формально можно трактовать как матрицу преобразования. Зоны разброса будут получены для точек, являющихся результатом сдвига. В рассмотренном выше

примере (рис. 3 и 4) матрицу $[a_{WC}]$ можно трактовать как матрицу сдвига $[A_{CW}]$, определяемого сдвигом цветового четырехугольника (W) I_w в четырехугольник (C) I_c .

Разброс цветности при мультиплексивном изменении элементов матрицы

Искаженные значения выходных координат W по (5):

$$W^* = W + \delta (\pm a_{wR} R \pm a_{wG} G \pm a_{wB} B), \quad (11)$$

а максимально возможные изменения этих координат будут иметь место при различных сочетаниях наибольших и наименьших значений W_M^* , которые равны по (11)

$$W_M^* = W \pm \delta \sum_c |a_{wc} C|. \quad (12)$$

Возможны различные сочетания знаков при a_{wc} и C в (12). Координаты с положительны для точек внутри $\Delta(C)$, а для точек вне его одна (или две) из этих координат отрицательна. Элементы a_{wc} положительны, когда цветовой треугольник входной системы целиком расположен внутри треугольника выходной системы. Некоторые из a_{wc} отрицательны, когда цветовой треугольник выходной системы целиком или частично лежит внутри треугольника входной системы.

Когда все $a_{wc} > 0$ и все $C > 0$ ($c > 0$),

$$\sum_c |a_{wc} C| = W. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (12), получаем

$$W_M^* = W (1 \pm \delta). \quad (14)$$

По (14) видно, что в данном случае имеет место мультиплексивное изменение координат W с той же величиной δ . При этом для всех точек, не лежащих на сторонах (w), зоны разброса будут шестиугольниками, образованными отрезками прямых, проходящих через точки (W) [3]. В самих этих точках ошибок цветности нет, а зоны разброса для точек на сторонах (w) представляют собой отрезки прямых. Наибольшие ошибки цветности в пределах $\Delta(W)$ будут у диагональных точек этого треугольника.

Мультиплексивный разброс выходных координат во всем $\Delta(W)$ может иметь место лишь при переходе с единичной матрицей. Возникающие при этом единичные зоны разброса при $\delta = 0,1$ показаны на рис. 5 (вне $\Delta(C)$ штриховыми прямыми).

При наличии в (11) отрицательных членов $\sum_c |a_{wc} C| > W$, в результате чего возникают добавочные изменения W по сравнению с мультиплексивным изменением их по (14). Эти доба-

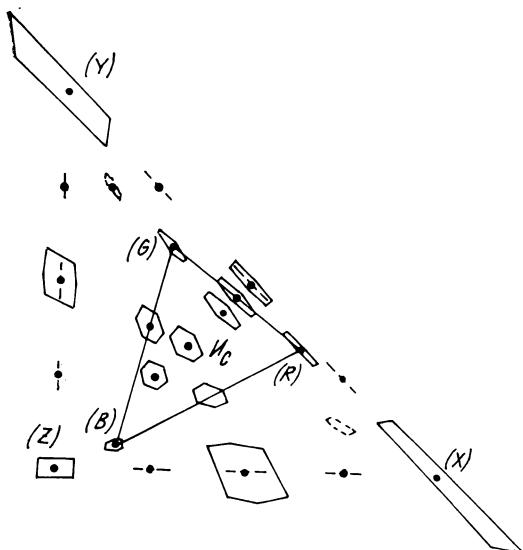


Рис. 5. Единичные и действительные зоны разброса для перехода с матрицей (10) при $\delta=0,1$ (мульттипликативное изменение элементов матрицы)

вочных изменения, как можно видеть по (11), возрастают при увеличении абсолютного значения C , т. е. по мере удаления точек от $\Delta(C)$. При $c < 0$, $a_{wc} > 0$ добавочные изменения W возникают для точек вне $\Delta(C)$, а при наличии $a_{wc} < 0$ — для всех точек графика цветностей.

Аналогично случаю аддитивного изменения элементов матрицы, зависимость коэффициентов изменения δ от цветности можно представить при помощи пучков прямых. Но в данном случае это не даст ясной картины, поскольку изменения δ из-за наличия в суммах множителей a_{wc} различны для каждой координаты w . Поэтому проще оценивать разброс по зонам для вершин цветового четырехугольника или для крайних точек представляющей интерес области.

Зоны разброса при положительных a_{wc} показаны на рис. 5 сплошными линиями для перехода с матрицей (10) ($\delta = 0,1$). Для внутренности $\Delta(C)$ зоны разброса совпадают с единичными. Заметим, что эти зоны будут одними и теми же (совпадающими с единичными) при всех переходах $[a_{wc}]$, при которых данная точка находится в пределах $\Delta(C)$. Наибольшие ошибки цветности в пределах $\Delta(C)$ можно найти, спроектировав концы отрезков разброса диагональных точек $\Delta(W)$ при единичной матрице из противоположных вершин (W) на ближайшие стороны (c).

По рис. 5 видно, что во внешней области $\Delta(C)$ добавочные ошибки преобладают над ошибками из-за мультипликативного изменения W , так как зоны разброса у вершин $\Delta(W)$ больше, чем у вершин диагонального треугольника. Наибольшей в данном примере является ошибка у точки (X), для которой наиболее возрастает δ .

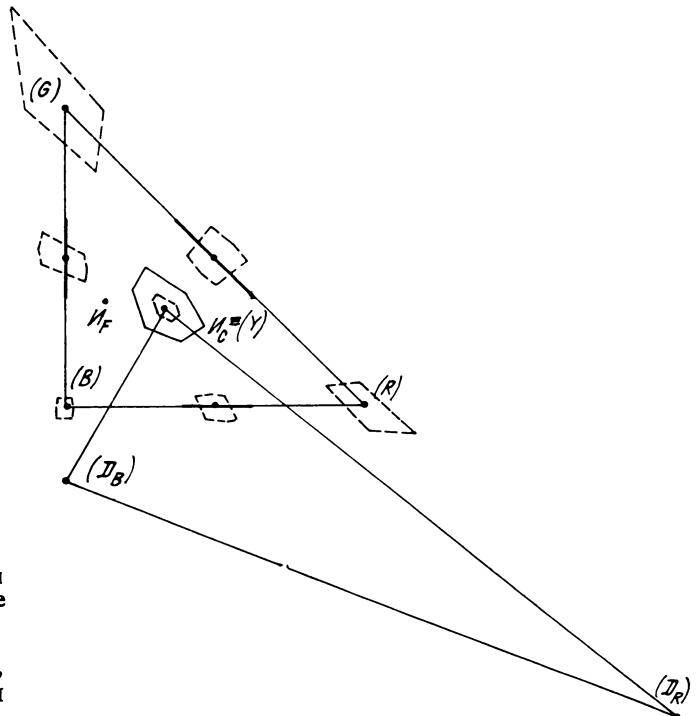


Рис. 6. Зоны разброса цветности из-за мультипликативного изменения матрицы (15) при $\delta=0,1$ для $\gamma=1$ и $\gamma=2,8$

Зоны разброса для перехода с наличием отрицательных a_{wc} показаны на рис. 6 для перехода с частично перекрывающимися цветовыми треугольниками. Это переход $[a_{CF}]$ от цветовой системы F канала передачи к цветовой системе C приемника, осуществляемый с матрицей

$$[a_{CF}] = \begin{bmatrix} -0,5263 & 1 & 0 \\ 0,2681 & 1 & -0,1295 \\ 0 & 1 & 0,6667 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Зоны разброса для характерных точек $\Delta(C)$ в предположении линейной системы ($\gamma=1$) показаны на рис. 6 штриховыми прямыми. Наибольшая зона возникает у точки (G). На этом же рисунке показаны зоны разброса для реального случая преобразования предыскаженных цветовых координат с $\gamma=2,8$. Сравнение зон для $\gamma=1$ и $2,8$ показывает, что при предварительной гамма-коррекции зоны у основных цветов (C) становятся пренебрежимо малыми, а зоны внутри $\Delta(C)$ увеличиваются; особенно возрастают искажения у дополнительных к основным цветов.

Разброс яркости при изменении элементов матрицы

Рассмотрим изменения яркости

$$L = a_{Lx}X + a_{Ly}Y + a_{Lz}Z \quad (16)$$

из-за разброса значений элементов матрицы перехода $[a_{wc}]$. Экстремальные значения яркости при аддитивном изменении элементов матрицы получим, подставив (7) в (16):

$$L_M^* = |L| \left(1 \pm \delta \sum |a_{LW}| \frac{\Sigma |C|}{L} \right). \quad (17)$$

Таким образом, яркость изменяется мультипликативно на долю своей величины $\delta_L = k_L \delta$, где

$$k_L = \sum |a_{LW}| \frac{\Sigma |C|}{L}. \quad (18)$$

k_L состоит из двух сомножителей — постоянного $k_0 = \Sigma |a_{LW}|$ и зависящего от цветности $k_1 = \frac{\Sigma |C|}{L}$.

На практике часто выполняется условие $k_0=1$, тогда $k_L=k_1$.

Рассмотрим зависимость k_1 от цветности. При этом заметим, что он по построению аналогичен коэффициенту при δ в (8), только вместо T^w здесь стоит L . Линии $k_1=\text{const}$ образуют замкнутые контуры, состоящие из отрезков, сходящихся в точках пересечения диагоналей цветового четырехугольника $(C)I_e$ с прямой (l) .

На рис. 7 показаны контуры k_1 для перехода с матрицей (10). На графике w прямая (l) совпадает с осью абсцисс. Для внутренней области $\Delta(C)$ k_1 составляет от 1,415 для (G) до 14,027 для (B) . При $\delta=0,05$ и $k_0=1$ для точки (B) $\delta_L=0,701$, т. е. яркость может изменяться на $\pm 70\%$ своей величины.

При мультипликативном изменении элементов матрицы перехода экстремальные значения яркости получим, подставив (13) в (17):

$$L_M^* = \left[1 \pm \delta \frac{1}{L} \left(a_{LX} \sum_c |a_{xc} C| + a_{LY} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \sum_c |a_{yc} C| + a_{LZ} \sum_c |a_{zc} C| \right) \right]. \quad (19)$$

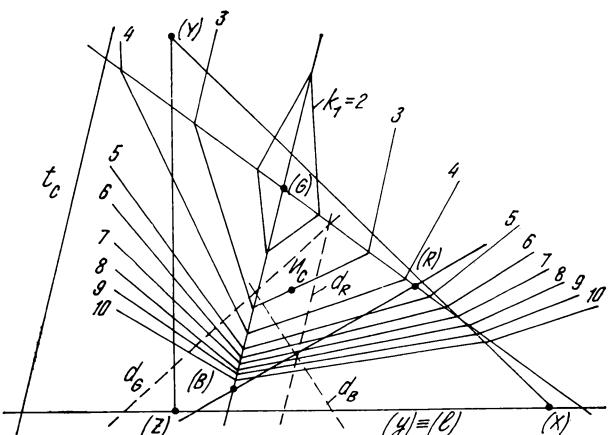


Рис. 7. Контуры k_1 для разброса яркости при аддитивном изменении элементов матрицы (10)

По (19) видно, что яркость также изменяется мультипликативно на долю своей величины $\delta_L = k_L \delta$, где

$$k_L = \frac{1}{L} \sum_w \left(a_{LW} \sum_c |a_{wc} C| \right). \quad (20)$$

Когда $\Delta(C)$ находится целиком внутри $\Delta(W)$ (все $a_{wc} > 0$), то для внутренности $\Delta(C)$ (все $c > 0$) числитель (20) равен L и, следовательно, $k_L=1$. Когда некоторые из c и (или) a_{wc} отрицательны, k_L представится, как видно по (20), пучком прямых $k_L=\text{const}$; $k_L=\infty$ на алихне (l) , а уравнения прямых $k_L=0$ и $k_L=1$ найдутся соответственно при приравнивании числителя (20) нулю и знаменателю.

При расположении $\Delta(C)$ внутри $\Delta(W)$ для внешних областей $\Delta(C)$ (одна из $c < 0$), как легко получить по (20), единичные прямые трех различных пучков для трех внешних областей $\Delta(C)$ совпадают с соответствующими сторонами (c) . Прямые трех пучков, образующие замкнутые шестиугольные контуры $k_L=\text{const}$, показаны на рис. 8 для перехода с матрицей (10). Здесь большинство контуров замыкаются вне пределов чертежа.

Когда как c , так и a_{wc} могут быть отрицательными, k_L зависит от цветности для всех точек графика. На рис. 9 показаны контуры k_L для перехода $[a_{cf}]$ при $\gamma=1$. Контуры в пределах $\Delta(C)$ представляют собой четырехугольники, так как этот треугольник захватывает «внутренность» и три внешних полуобласти $\Delta(F)$. Заметим, что на графике c «внутренность» $\Delta(F)$, для всех точек которой все $f > 0$, лежит вне его, так как исходная цветность I_F на этом графике лежит вне $\Delta(F)$, а эпирон t^F пересекает его. Единичные прямые четырех пучков k_{LF} проходят через точку I_e , для которой, как можно убедиться по (20), $k_L=1$.

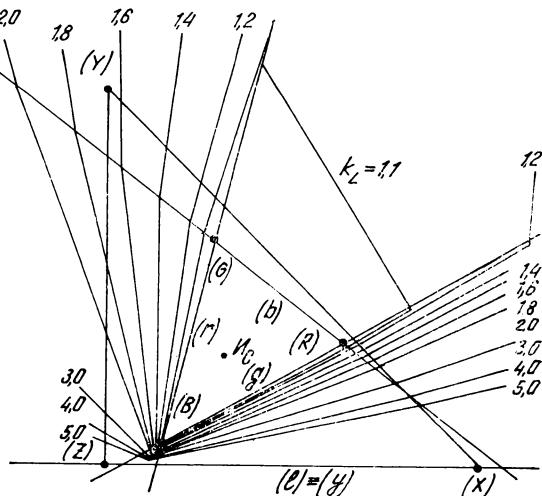


Рис. 8. Контуры k_L разброса яркости при мультипликативном изменении элементов матрицы (10)

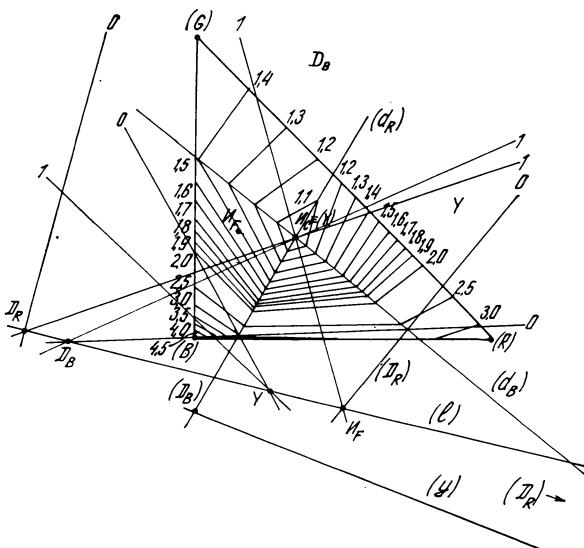


Рис. 9. Контуры k_L разброса яркости при мультипликативном изменении элементов матрицы (15) ($\gamma=1$)

На рис. 9 отмечены внешние области $\Delta(F)$, а также показаны нулевые и единичные прямые четырех пучков, образующих контуры k_L . Вершины пучков на прямой (I) помечены буквами, показывающими, к какой внешней области $\Delta(F)$ относится данный пучок. Для внутренности $\Delta(C)$ наибольшее увеличение δ имеет место для вершины (B): $k_L=5,12$, а наименьшее — для (G): $k_L=1,49$.

Необходимой точности матрицирования

Основываясь на выведенных выше соотношениях между величиной разброса элементов матрицы перехода и возникающими из-за этого искажениями цветопередачи, в каждом конкретном случае по заданным искажениям цветности и яркости легко установить допустимую степень разброса элементов матрицы. Посмотрим, какой допустимой неточности элементов матрицы следует ожидать.

Расчет единичных зон разброса цветности при аддитивном изменении элементов матрицы показывает, что при малых δ (примерно до 0,01) существует почти линейная зависимость между δ и изменением цветности d , а именно $d_{\max} \approx 2,2\delta$. Коэффициент изменения δ при большинстве обычно используемых матриц и для представляющих интерес областей цветности составляет примерно от 1 до 5. Поэтому можно считать, что $d_{\max} = (2-10)\delta$, т. е.

$$\delta = (0,1-0,5)d_{\max}. \quad (21)$$

Отсюда видно, что допуск на аддитивный разброс элементов матрицы может быть на порядок более

жестким, чем допуск на изменение выходных координат цветности.

При мультипликативном изменении элементов матрицы зависимость d от δ также почти линейна при малых δ . Анализ наибольших искажений цветности при рассматривавшихся переходах показывает, что

$$\delta = (0,3-1,5)d_{\max}. \quad (22)$$

Таким образом, допуск на мультипликативное изменение матричных элементов может быть в 3 раза большим, чем на аддитивное.

Изменения яркости при аддитивном разбросе матричных элементов очень сильно возрастают по мере приближения цветностей к алигне, как можно видеть по рис. 7. Поэтому при установлении допусков здесь особенно важно ограничиваться разумно выбранной областью цветностей.

При мультипликативном изменении матричных элементов для рассмотренных примеров $\delta = (0,2-1)d_L$.

Для примера определим допуски δ_d , которые обеспечат в пределах $\Delta(C)$ при переходе с матрицей (10) выполнение допусков на изменение как координат цветности, так и яркости в пределах $\pm 1\%$, т. е. $d = d_L = 0,01$. При аддитивном разбросе матричных элементов по рис. 4 получаем для цветности $d = 1,5 \cdot 2,2\delta$, откуда $\delta_d = 0,003$, а по рис. 7 получаем для яркости $\delta = 0,07d_L$ или $\delta_d = 0,0007$. При мультипликативном разбросе матричных элементов имеем для цветности $\delta = 1,31d$ (см. рис. 5) или $\delta_d = 0,013$, а для яркости $\delta_d = d_L = 0,01$. В обоих случаях при принятом одинаковом процентном изменении как цветности, так и яркости δ_d определяется по изменениям яркости.

В заключение рассмотрим вопрос о необходимой точности задания элементов матрицы при расчетах. Округление значений элементов матрицы до некоторого знака после запятой приведет к появлению возможной аддитивной ошибки в этих элементах максимально до пяти единиц следующего (отбрасываемого) знака. Конечно, для конкретной матрицы каждое округление приведет к вполне определенным сдвигам цветности (и ошибкам яркости), которые могут и не доходить до границ зон возможного разброса цветности, но при общем рассмотрении можно для оценки использовать эти зоны.

При аддитивном разбросе элементов матрицы имеем по (21), полагая $\delta_d = 0,5 \cdot 10^{-n}$, где n — число десятичных знаков после запятой в элементах матрицы:

$$10^{-n} = (0,2-1)d_d. \quad (23)$$

Логарифмируя (23), получаем

$$n = (0,7-0) - \lg d_d. \quad (24)$$

Если допустимую ошибку цветности принять в виде $d_{\text{д}}=10^{-m}$, то (24) примет вид

$$n = (0,7 - 0) + m. \quad (25)$$

Поскольку число знаков должно быть целым числом, то по (25) видно, что для того, чтобы ошибки цветности не превышали единицы некоторого знака после запятой, значения элементов матрицы следует брать при разных переходах либо с тем же числом знаков, либо на один знак больше.

Удовлетворение допусков на яркостные ошибки $d_{\text{Лд}}$ будет обеспечено аналогично предыдущему из условия

$$0,5 \cdot 10^{-n} = 0,07 d_{\text{Лд}},$$

откуда

$$n = 0,85 - \lg d_{\text{Лд}}.$$

Отсюда при $d_{\text{Лд}}=10^{-m}$ $n=m+1$, что соответствует большему значению n для цветности.

Выводы

1. Максимально возможные из-за изменения элементов матрицы перехода искажения яркости и цветности, а также зависимость этих искажений от цветности определяются матрицей, т. е. взаимосвязью цветовых четырехугольников двух систем.

2. При аддитивной ошибке матричных элементов искажения цветности удобно характеризовать коэффициентом изменения размеров единичных зон разброса, который графически представляется семейством контуров. В частном случае аффинного перехода зоны разброса остаются единичными.

3. При мультиплексной ошибке матричных элементов искажения цветности можно оценить зонами разброса для крайних точек представляющей интерес области графика цветностей.

4. При обоих видах ошибок матричных элементов изменения яркости мультиплексны. Процент изменения в общем случае зависит от цветности, эта зависимость представляется графически семейством контуров.

5. Допустимые изменения матричных элементов можно определить по допустимым изменениям цветности и яркости для каждой конкретной матрицы и для той области цветности, которая в данном случае представляет практический интерес. Для большинства практических случаев допуск может быть на порядок более жестким, чем допуск на изменения цветности и яркости.

6. При выполнении расчетов для обеспечения того, чтобы ошибки яркости и координат цветности не превышали n -го знака после запятой, в значениях матричных элементов следует брать $n+1$ знаков после запятой.

7. При одинаковом допустимом процентном изменении как координат цветности, так и яркости допуск на матричные элементы в основном определяется ошибками яркости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кустарев А. К., Погарский Е. С. Матричная цветокоррекция в ТВ камерах.—«Техника кино и телевидения», 1978, № 1, с. 51—57.

2. Кустарев А. К. Колориметрия цветного телевидения. М., «Связь», 1967.

3. Кустарев А. К., Дерюгин Н. Г. Влияние случайных изменений сигналов в тракте передачи цветного телевидения на верность воспроизведения цветов.—«Электросвязь», 1965, № 11, с. 61—70.

Государственный научно-исследовательский институт радио



УДК 621.391.837:621.397.132

Оценка четкости и качества цветного изображения с учетом его двумерной структуры

О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов,
Г. К. Куприянова, Н. Г. Крыжановская

ТВ изображение по своей природе двумерно. Вместе с тем набор параметров, учитываемых при разработке ГОСТов, норматив и ТУ на аппаратуру звеньев ТВ тракта, в основном относятся к характеристикам, связанным с искажениями изображения вдоль строк развертки. С внедрением в практику ТВ вещания двумерных апертурных корректоров и других устройств, использующих линии задержки на строку, появилась возможность управления

двумерной импульсной характеристикой ТВ тракта, а это приводит к необходимости установления связи качества изображения с соответствующими параметрами тракта и разработки критериев оценки четкости, которые учитывали бы двумерную структуру изображения.

Целью работы явилось установление связи качества цветного изображения с четкостью в двух измерениях.

Критерии оценки четкости изображения

Для сравнения между собой изображений с анизотропным распределением четкости необходимо иметь возможность охарактеризовать четкость одним числом.

Критерии оценки четкости изображения, применявшиеся до настоящего времени в ТВ, пригодны для оценки четкости отдельно для каждого из направлений. К числу таких критериев относятся:

резкость — величина, обратная зоне размытия яркостного перехода; зона размытия определяется, например, как расстояние, в пределах которого относительная яркость изменяется между уровнями 0,1 и 0,9;

площадь под частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ) в пределах полосы пространственных частот, на передачу которой рассчитана система; характеризует средний уровень воспроизведения спектральных компонент изображения в горизонтальном или вертикальном направлении [1];

разрешающая способность; определяется пространственной частотой, на которой ЧКХ принимает значение, равное порогу различия изменения яркости на изображении штриховой испытательной таблицы [2].

При попытке использования любого из этих критериев для оценки четкости изображения с учетом его двумерного характера необходимо указать хотя бы на два числа, относящихся к двум взаимноортогональным направлениям. В тех же случаях, когда зависимость четкости от угла по отношению к строкам развертки не монотонна, двух чисел для ее интегральной оценки становится недостаточно. Таким образом, для оценки четкости в двух измерениях одним числом необходимо разработать соответствующие критерии.

В качестве меры четкости изображения может использоваться значение некоторого параметра ζ , усредненного по всем направлениям на изображении с учетом свойств анизотропии характеристик ТВ системы и зрительного анализатора. Аналитическое выражение для этой меры имеет вид

$$\bar{\zeta} = \frac{\int_0^{2\pi} \zeta(\varphi) A(\varphi) d\varphi}{\int_0^{2\pi} A(\varphi) d\varphi}. \quad (1)$$

Здесь $\zeta(\varphi)$ — зависимость параметра четкости от угла между направлением, вдоль которого измеряется четкость, и строками развертки;

$A(\varphi)$ — взвешивающая функция, которая отображает анизотропию свойств зрительного анализатора.

Учет свойства зрительного восприятия

Для любого из параметров четкости может быть определена весовая функция исходя из пространственной частотной характеристики чувствительности зрительного анализатора $A_\varphi(N)$. Здесь N — пространственная частота, которую в ТВ удобно выражать числом линий, приходящихся на высоту кадра. Для наблюдателя, рассматривающего изображение с расстояния в шесть высот экрана, один полупериод колебаний частоты N соответствует угловому расстоянию $1'$.

Несмотря на то, что вопросу разрешающей способности и пространственной частотной характеристики зрительного восприятия посвящены многочисленные экспериментальные работы, данные, необходимые для количественного выражения двумерной пространственной частотной характеристики зрительного анализатора, весьма скучны и ограничиваются характеристиками, приведенными в работе [3].

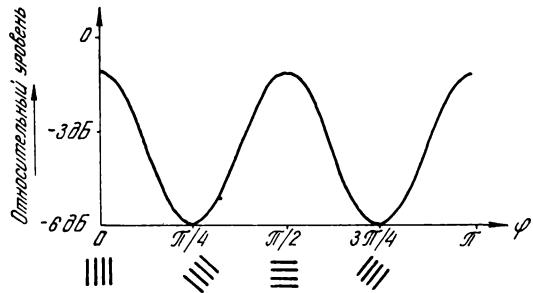


Рис. 1. Зависимость относительного уровня визуального восприятия штрихов от направления изменения яркости по данным работы [3]

В этой работе предложена формула для частотной характеристики зрительного анализатора в горизонтальном направлении:

$$A(v) = \frac{1 - \left[1 + \left(\frac{v}{v_0} \right)^2 \right]^{-1}}{\left[1 + \left(\frac{v}{v_1} \right)^2 \right]^2}, \quad (2)$$

где v — угловая частота (число колебаний в минуту); $v_0 = 0,01$ кол/мин, $v_1 = 0,29$ кол/мин.

Заменив угловую частоту v на пространственную частоту N , формулу (2) можно представить в виде

$$A(N) = \frac{1 - \left[1 + \left(\frac{N}{N_0} \right)^2 \right]^{-1}}{\left[1 + \left(\frac{N}{N_1} \right)^2 \right]^2}, \quad (3)$$

где $N_0 = 12$ линий; $N_1 = 350$ линий.

В работе [3] приведена также угловая зависимость относительного уровня восприятия штрихов с частотой $v = 0,19$ кол/мин (или $N = 220$ лин), изображенная на рис. 1.

Эта кривая относится к одной точке частотной характеристики для каждого из направлений и количественно характеризует анизотропию свойств зрительного восприятия.

Для того чтобы представить, как зависит от угла весь ход кривой, необходимо преобразовать формулу (3), представив входящие в нее параметры в виде функции от угла φ .

Входящий в числитель этой формулы член $\left[1 + \left(\frac{N}{N_0} \right)^2 \right]$ выражает спад частотной характеристики в области весьма низких частот, характеризующий увеличение порога из-за нарушения условий одновременного контраста. Этот член может не учитываться, так как он не влияет на разрешающую способность зрительного анализатора. Знаменатель формулы (3) характеризует спад в области высоких частот. Для того чтобы в диагональных направлениях спад характеристики был в соответствии с рис. 2 более крутым, чем в горизонтальном и вертикальном, достаточно для этих направлений уменьшить соответствующим образом параметр N_1 .

С учетом изложенного может быть предложена формула для двумерной пространственной частотной характеристики зрительного анализатора:

$$A(N_x, N_y) = \left[1 + \frac{N_x^2 + N_y^2}{\left(0,83 + 0,17 \cos 4 \operatorname{arctg} \frac{N_y}{N_x} \right)^2 N_1^2} \right]^{-2}, \quad (4)$$

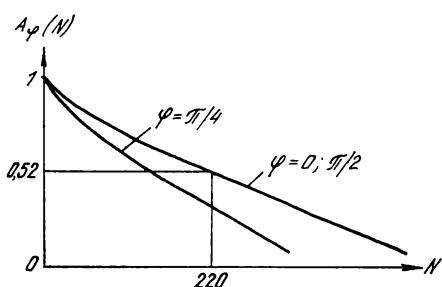


Рис. 2. Частотные весовые функции для различных направлений

где N_x, N_y — пространственные частоты в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Исходя из этой характеристики, может быть рассчитана весовая функция для любого из параметров, характеризующих четкость.

Оценка четкости ТВ изображения в двух измерениях

Критерии четкости, учитывающие двумерный характер ТВ изображения, могут быть получены путем обобщения известных критериев оценки четкости в одном измерении. При этом будем исходить из общей формулы (1).

Средняя относительная визуальная резкость

Для вычисления усредненной по всем направлениям резкости изображения с учетом его размытия в ТВ системе и в зрительном анализаторе необходимо знать зону размытия по всем направлениям, а это требует определения соответствующих переходных характеристик.

Переходная характеристика в направлении угла φ вычисляется по формуле

$$h_\varphi(x) = -\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^\infty C_\varphi(N) A_\varphi(N) \sin \pi \frac{N}{z} x \frac{dN}{N}, \quad (5)$$

где $C_\varphi(N)$ — ЧКХ ТВ системы в направлении угла φ ;

$$A_\varphi(N) = \left[1 + \frac{N^2}{(0,83 + 0,17 \cos 4\varphi)^2 N_1^2} \right]^{-2} \quad (6)$$

пространственная частотная характеристика чувствительности зрительного анализатора.

Выражение (6) получено из (4) путем подстановок:

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2},$$

$$\varphi = \arctg \frac{N_y}{N_x}.$$

На рис. 3 приведены пространственные переходные характеристики зрительного анализатора для $\varphi = 0$ и $\varphi = \pm \frac{\pi}{4}$, а также зависимость визуальной зоны размытия Δ_0 от угла φ , связанной с несовершенством зрительной системы.

Размытие перехода ТВ системой и зрительным анализатором приводит к зоне размытия $\Delta(\varphi)$. Резкость их для каждого из направлений может быть охарактеризована как относительная величина $\frac{\Delta(\varphi)}{\Delta_0(\varphi)}$ и в среднем для всех переходов:

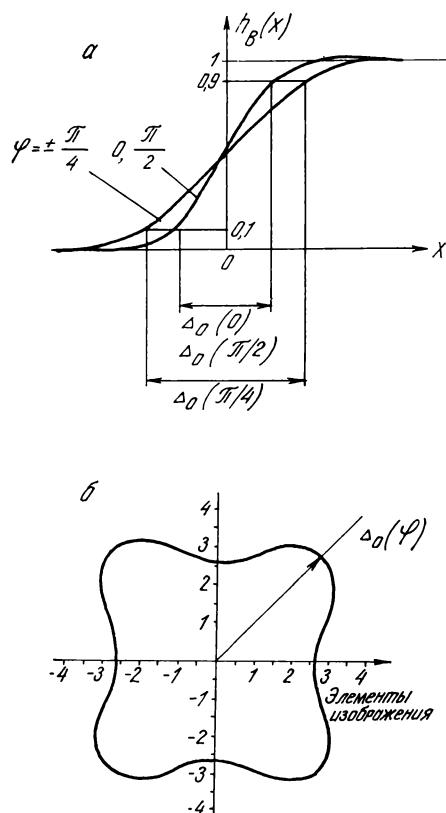


Рис. 3:

а — визуальные пространственные переходные характеристики при наблюдении предельно резкого перехода;
б — зависимость визуальной зоны размытия от угла φ

$$q = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\Delta(\varphi)}{\Delta_0(\varphi)} d\varphi.$$

Выразив по аналогии с (6) зависимость визуальной зоны размытия от угла

$$\Delta(\varphi) = \frac{\Delta_0(0)}{(0,83 + 0,17 \cos 4\varphi)},$$

получаем окончательно

$$q = \frac{1}{2\pi \Delta_0(0)} \int_0^{2\pi} (0,83 + 0,17 \cos 4\varphi) \Delta(\varphi) d\varphi. \quad (7)$$

Средняя относительная визуальная разрешающая способность

Определение разрешающей способности в ТВ иллюстрируется рис. 4, а. Задавшись некоторым пороговым уровнем δ , по пространственной ЧКХ ТВ системы определяются различимое число линий R . При таком определении не учитывается тот факт, что в силу свойств зрительного восприятия чем больше R , тем большим должен задаваться пороговый уровень δ .

В связи с этим целесообразно определять разрешающую способность, как показано на рис. 4, б, на котором пороговый уровень изменяется по закону, обратному про-

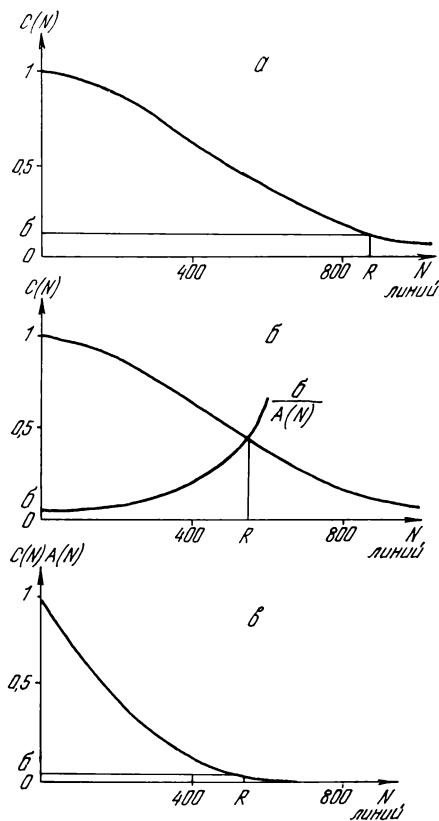


Рис. 4. Примеры определения разрешающей способности: а — по принятой в ТВ методике; б, в — с учетом частотной весовой функции зрительного анализатора

пространственной частотной характеристике чувствительности зрительного анализатора. Это соответствует определению разрешающей способности по совместной характеристике ТВ системы и зрительного анализатора (рис. 4, в) из уравнения

$$C_{\phi}(N)A_{\phi}(N)|_{N=R} = \delta.$$

Воздействие ТВ системы на разрешение может быть интегрально выражено критерием

$$\rho = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{R(\phi)}{R_0(\phi)} d\phi. \quad (8)$$

В формуле (8)

$R(\phi)$ — разрешающая способность ТВ системы и зрительного анализатора в направлении угла ϕ .

$$R_0(\phi) = (0,83 + 0,17 \cos 4\phi)N_1(\delta^{-1/2} - 1)^{1/2} \quad (9)$$

разрешающая способность зрительного анализатора в том же направлении.

Подставив $\delta = 0,04$ [4] и $N_1 = 220$, приходим окончательно к формуле

$$\rho = \frac{1}{2\pi 700} \int_0^{2\pi} \frac{R(\phi) d\phi}{0,83 + 0,17 \cos 4\phi} \quad (10)$$

Из выражения (9) следует, что разрешающая способность зрительного анализатора в горизонтальном и вертикальном направлении составляет 700 лин, а в диагональном — снижается до 470 лин.

Средний уровень воспроизведения двумерных спектральных компонентов

В развитие предложенного в работе [1] критерия четкости, определяемого по площади под частотно-контрастной характеристикой ТВ системы, может быть предложен критерий

$$V = \frac{\int_0^z \int_0^{pz} C(N_x, N_y) A(N_x, N_y) dN_x dN_y}{\int_0^z \int_0^{pz} A(N_x, N_y) dN_x dN_y}, \quad (11)$$

где z — число строк развертки, p — коэффициент, характеризующий снижение разрешающей способности вдоль строк за счет ограничения полосы частот, для отечественного стандарта равный $p = 6,0/7,3 = 0,82$.

Этот критерий, представляющий собой нормированный объем под результирующей совместной пространственной частотной характеристикой ТВ системы и зрительного анализатора, позволяет оценить средний уровень, с которым воспроизводятся двумерные спектральные компоненты изображения.

Оценки значений критериев для реальной ТВ системы

Рассмотрим реальный ТВ тракт с двумерной точечной импульсной характеристикой

$$g(x, y) = \frac{1}{\pi \sqrt{r_{ex} r_{ey}}} e^{-\left[\left(\frac{x}{r_{ex}}\right)^2 + \left(\frac{y}{r_{ey}}\right)^2\right]},$$

где r_{ex} , r_{ey} — радиусы результирующей пространственной импульсной характеристики передающей и приемной трубок в горизонтальном и вертикальном направлениях на относительном уровне $1/e$ импульсной характеристики.

Радиусы r_{ex} и r_{ey} соответствуют значениям зоны размытия ТВ изображения по горизонтали и вертикали, равные соответственно

$$\Delta_x = 1,8 r_{ex}, \quad \Delta_y = 1,8 r_{ey}.$$

Импульсной характеристике (12) соответствует пространственная двумерная ЧКХ ТВ системы:

$$C(N_x, N_y) = e^{-\left[\left(\frac{N_x}{N_{ex}}\right)^2 + \left(\frac{N_y}{N_{ey}}\right)^2\right]}, \quad (12)$$

где

$$N_{ex} = \frac{3,6z}{\pi \Delta_x}, \quad N_{ey} = \frac{3,6z}{\pi \Delta_y}.$$

В результате подстановки характеристик системы в формулы для вычисления критериев q , p и V рассчитана табл. 1, данные которой количественно выражают четкость изображения, воспроизводимого ТВ системой с гауссовой ЧКХ характеристикой. Подобные оценки могут быть рассчитаны для произвольной формы характеристики.

Количественная связь четкости изображения с субъективной оценкой качества

Для установления количественной связи четкости с субъективной оценкой качества были проведены экспериментальные исследования на Украинском республиканском телекомплексе в июле 1976 г.

ТАБЛИЦА 1

Значения критериев четкости изображения в двух измерениях

Зона размытости в элементах изображения ¹		Критерии четкости		
Δ_x	Δ_y	q	ρ	V
0	0,0	1,0	1,000	1,000
	0,5	0,993	0,983	0,974
	1,0	0,973	0,915	0,909
	1,5	0,940	0,864	0,829
	2,0	0,907	0,803	0,751
	3,0	0,835	0,713	0,623
	4,0	0,769	0,633	0,531
0,5	0,0	0,993	0,983	0,978
	0,5	0,986	0,966	0,955
	1,0	0,966	0,908	0,891
	1,5	0,934	0,847	0,812
	2,0	0,900	0,787	0,735
	3,0	0,828	0,705	0,610
	4,0	0,767	0,625	0,520
1,0	0,0	0,973	0,916	0,924
	0,5	0,966	0,908	0,902
	1,0	0,946	0,849	0,841
	1,5	0,915	0,799	0,766
	2,0	0,881	0,748	0,693
	3,0	0,810	0,667	0,574
	4,0	0,747	0,587	0,489
1,5	0,0	0,941	0,864	0,852
	0,5	0,934	0,847	0,830
	1,0	0,915	0,799	0,775
	1,5	0,884	0,756	0,705
	2,0	0,852	0,696	0,637
	3,0	0,783	0,615	0,527
	4,0	0,721	0,564	0,447
2,0	0,0	0,907	0,803	0,776
	0,5	0,900	0,787	0,757
	1,0	0,881	0,748	0,705
	1,5	0,852	0,696	0,641
	2,0	0,822	0,654	0,578
	3,0	0,754	0,584	0,477
	4,0	0,694	0,524	0,404
3,0	0,0	0,835	0,713	0,647
	0,5	0,828	0,705	0,631
	1,0	0,810	0,667	0,587
	1,5	0,783	0,616	0,532
	2,0	0,753	0,584	0,479
	3,0	0,692	0,532	0,392
	4,0	0,638	0,472	0,430
4,0	0,0	0,769	0,633	0,552
	0,5	0,763	0,625	0,537
	1,0	0,747	0,586	0,499
	1,5	0,721	0,564	0,452
	2,0	0,694	0,524	0,405
	3,0	0,638	0,472	0,330
	4,0	0,588	0,430	0,277

¹ В настоящей работе в качестве элемента изображения взят квадрат, сторона которого равна расстоянию между строками развертки. Это расстояние принято за меру длины во всех направлениях.

Постановка экспериментов

В процессе экспериментов группе наблюдателей предъявлялся набор изображений, в которые в квазислучайном порядке вносились искажения в виде снижения четкости в горизонтальном и вертикальном направлении. Наблюдатели давали оценки по пятибалльной шкале с верхней оценкой 5 баллов, которые фиксировались на специальных бланках для ввода в ЭВМ.

В экспериментах использовался испытательный тракт, в который входили: датчик сигнала типа «бегущий луч», кодирующая и декодирующая матрицы, между которыми были включены гауссов фильтр низких частот в канале яркостного сигнала и линии задержки в каналах цветоразностных сигналов и ВКУ ЦТ.

Изображение на экране ВКУ анализировалось с помощью разработанного в ОЭИС измерителя переходных и градационных характеристик. В частности, определялись пространственные переходные характеристики, по которым находились значения зон размытости Δ_x и Δ_y в горизонтальном и вертикальном направлении.

Искажения вносились путем изменения сочетаний степеней расфокусировки датчика сигнала и характеристики фильтра низких частот, включенного в канале яркостного сигнала.

Значения зоны размытости и критериев четкости в экспериментальных точках представлены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 2
Значения зон размытости и критериев четкости в экспериментальных точках

Δ_x	Критерий	Δ_u		
		2,1	2,8	4,5
2,1	q	0,81	0,76	0,66
	ρ	0,63	0,59	0,50
	V	0,56	0,49	0,37
2,8	q	0,72	0,62	
	ρ	0,52	0,47	
	V	0,42	0,32	
4,5	q		0,54	
	ρ		0,41	
	V		0,23	

В экспериментах участвовали 18 наблюдателей — специалистов в области цветного ТВ. Эксперименты производились в полузатемненном помещении. Наблюдатели располагались на расстоянии от изображения, в среднем равном шести высотам экрана.

В качестве испытательных изображений использовались 30 диапозитивов — по 10 крупного, среднего и мелкого плана. Общее число мнений составило 1850.

Обработка результатов эксперимента

Обработка полученных в результате экспериментов статистических зависимостей производилась с помощью ЭВМ.

Непосредственным результатом экспериментов явились двумерные зависимости среднего качества $P(\Delta_x, \Delta_y)$ от зон размытости в горизонтальном и вертикальном направлении, представленные в табл. 3. На основе этих зависимостей рассчитаны функции $P(q)$, $P(\rho)$ и $P(V)$, выражющие связь качества с предложенными выше критериями (табл. 4). Приведенные в табл. 4 зависимости слгажива-

ТАБЛИЦА 3
Средние оценки качества в экспериментальных точках
в баллах

План	Δ_x	Δ_y		
		2,1	2,8	4,5
Крупный	2,1	4,39	4,22	3,84
	2,8		2,04	4,00
	4,5			2,83
Средний	2,1	4,50	4,20	3,77
	2,8		3,55	3,15
	4,5			2,57
Мелкий	2,1	4,31	4,12	3,55
	2,8		3,65	3,36
	4,5			2,46
В среднем для всех планов	2,1	4,40	4,18	3,72
	2,8		3,74	3,51
	4,5			2,62

ТАБЛИЦА 4
Средние оценки качества изображения
в экспериментальных точках в функции от критериев
четкости в двух измерениях

q	ρ	V	Р, баллы			
			крупный план	средний план	мелкий план	в среднем для трех планов
0,81	0,63	0,56	4,39	4,50	4,31	4,40
0,76	0,59	0,49	4,22	4,20	4,12	4,18
0,72	0,52	0,42	4,04	3,55	3,65	3,74
0,66	0,50	0,37	3,84	3,77	3,55	3,72
0,62	0,47	0,32	4,00	3,15	3,36	3,51
0,54	0,41	0,23	2,83	2,57	2,46	2,62

ТАБЛИЦА 5
Параметры логистической функции

План	ζ	H_ζ , отн. ед.	$r_{0\zeta}$, дБ	$r_{1\zeta}$, отн. ед.	e , баллы
Крупный	q	0,85	22,7	6,1	0,14
	ρ	0,85	6,3	8,8	0,13
	V	0,85	-21,5	5,6	0,14
Средний	q	0,94	12,9	2,5	0,19
	ρ	0,95	7,1	4,3	0,13
	V	1,00	-4,19	2,4	0,15
Мелкий	q	0,89	13,2	2,8	0,13
	ρ	0,88	7,2	5,3	0,07
	V	0,90	-8,3	3,2	0,09
В среднем для трех планов	q	0,90	11,9	2,8	0,14
	ρ	0,89	5,7	5,2	0,08
	V	0,90	-9,9	3,2	0,10

лись с помощью аппроксимации логистической функцией [5]:

$$p = \frac{5H_\zeta + 1}{1 + I}, \quad (13)$$

где $I = 10^{Q/20}$, $Q = r_{0\zeta} + r_{1\zeta} 20 \lg |\ln \zeta|$, $r_{0\zeta}$, $r_{1\zeta}$ — параметры логистической функции; H_ζ — остаточное ухудшение.

Полученные в результате сглаживания значения параметров приведены в табл. 5.

Для расчета оценок качества в формуле (13) параметр H_ζ приравнивался к единице, т. е. качество определялось по формуле

$$p = \frac{5 + I}{1 + I}. \quad (14)$$

Результаты обработки и сопоставление их с известными данными

Рассчитанные по формуле (14) оценки качества приведены в табл. 6. Данные таблицы позволяют оценить качество изображения для произвольной формы спада ЧКХ.

ТАБЛИЦА 6
Сглаженные зависимости качества изображения от критериев q , ρ , V

Величина критерия, отн. ед.	Р, баллы				Р, баллы				Р, баллы			
	крупный план	средний план	мелкий план	в среднем для трех планов	крупный план	средний план	мелкий план	в среднем для трех планов	крупный план	средний план	мелкий план	в среднем для трех планов
1	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
0,9	5,00	4,93	4,96	4,97	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	5,00	5,00
0,8	4,99	4,61	4,73	4,78	5,00	4,98	5,00	5,00	5,00	4,93	4,99	4,99
0,7	4,90	3,98	4,17	4,29	5,00	4,89	4,96	4,96	5,00	4,80	4,94	4,95
0,6	4,25	3,18	3,34	3,51	4,98	4,54	4,75	4,78	4,99	4,56	4,82	4,86
0,5	2,62	2,44	2,51	2,66	4,70	3,71	4,01	4,12	4,96	4,18	4,57	4,64
0,45	1,89	2,13	2,16	2,29	4,12	3,14	3,36	3,51	4,91	3,94	4,36	4,46
0,4	1,44	1,88	1,87	1,98	3,05	2,56	2,64	2,80	4,80	3,66	4,09	4,22
0,35	1,21	1,67	1,64	1,72	1,96	2,05	2,01	2,14	4,60	3,36	3,76	3,91
0,3	1,09	1,50	1,46	1,52	1,34	1,66	1,56	1,65	4,22	3,04	3,36	3,53
0,25	1,04	1,37	1,32	1,36	1,11	1,39	1,29	2,34	3,61	2,70	2,92	3,09
0,2	1,02	1,26	1,22	1,25	1,03	1,22	1,14	1,16	2,78	2,37	2,46	2,62

ТАБЛИЦА 7

Допустимые значения критериев p , ρ , V

P , баллы	q	ρ	V
Крупный план			
4,75	0,66	0,51	0,38
4,50	0,62	0,48	0,33
4,25	0,60	0,46	0,30
4,00	0,58	0,44	0,28
3,75	0,56	0,43	0,26
3,50	0,55	0,42	0,24
3,25	0,53	0,41	0,23
3,00	0,52	0,40	0,21
Средний план			
4,75	0,83	0,64	0,67
4,50	0,78	0,59	0,58
4,25	0,74	0,56	0,51
4,00	0,70	0,53	0,46
3,75	0,67	0,50	0,41
3,50	0,64	0,48	0,37
3,25	0,61	0,46	0,33
3,00	0,58	0,44	0,29
Мелкий план			
4,75	0,80	0,60	0,56
4,50	0,75	0,55	0,48
4,25	0,71	0,52	0,42
4,00	0,68	0,50	0,38
3,75	0,65	0,48	0,35
3,50	0,62	0,46	0,32
3,25	0,59	0,44	0,29
3,00	0,57	0,42	0,26
В среднем для трех планов			
4,75	0,79	0,59	0,54
4,50	0,73	0,54	0,46
4,25	0,69	0,51	0,40
4,00	0,66	0,49	0,36
3,75	0,63	0,47	0,33
3,50	0,60	0,45	0,30
3,25	0,57	0,43	0,27
3,00	0,54	0,41	0,24

При этом предварительно должно быть рассчитано значение одного из критериев четкости.

Для нормирования больший интерес представляет значение допустимых значений искажений для заданной оценки качества изображения. Эти значения могут быть определены из формулы, обратной по отношению к (14):

$$\xi = \frac{1 + 10^{\frac{20 \lg \frac{5-p}{p-1} - r_0 \zeta}{20 r_1 \zeta}}}{20 r_1 \zeta}. \quad (15)$$

Рассчитанные по формуле (15) допустимые значения критериев четкости для заданных оценок качества приведены в табл. 7.

Представленные здесь зависимости качества от четкости в двух измерениях получены впервые. Поэтому сравнение с литературными данными, характеризующими качество изображения в функции четкости по горизонтали, возможно лишь для некоторых сочетаний Δ_x и Δ_y .

ТАБЛИЦА 8

Допустимые значения зоны размытости изображения для заданного качества воспроизведения

P , баллы	Δ_x				по данным работы [6], $\Delta_y = 2,1$ эл. из.	по данным работы [7], Δ_y неизвестно		
	по данным настоящей работы							
	мелкий план	в среднем для всех изображений	мелкий план	в среднем для всех изображений				
4,75	2,1	2,1	2,30	2,20	1,60	2,18		
4,50	2,90	2,50	3,15	2,60	2,02	3,26		
4,25	3,65	2,80	3,92	2,95	2,32	3,91		
4,00	4,3	3,10	4,71	3,25	2,54	4,93		
3,75	4,85	3,30	5,35	3,45	2,68	6,10		
3,50	5,6	3,57	6,12	3,75	2,90	6,80		
3,25	6,4	3,85	7,00	4,05	3,12	7,52		
3,00	7,3	4,15	8,00	4,30	3,34	8,70		

В табл. 8 дано такое сравнение с работами [6] и [7], из которой видно, что полученные данные для случая одного измерения хорошо согласуются с данными М. В. Антипина [7]. Полученная зависимость качества от Δ_x слабее, чем представленная в работе [6], что объясняется ступенчатой формой переходной характеристики в поставленных ранее экспериментах.

Заключение

Предложенные критерии позволяют охарактеризовать одним числом четкость изображения, в общем случае по-разному размытого в различных направлениях, с учетом анизотропии свойств зрения.

Эти критерии отображают различные стороны оценки четкости изображения. Хотя они связаны между собой, так как рассчитываются по общим характеристикам ТВ системы и зрительного анализатора, пользование ими может привести к различным оценкам качества. Для изображений крупного плана, содержащих большие поля, разделение резкими границами в наибольшей степени подходит в качестве меры четкости средняя относительная визуальная резкость Q , для изображений среднего плана — средний визуальный уровень воспроизведения двумерных спектральных компонентов V , а для изображений мелкого плана, содержащих сюжетно важные мелкие детали, — средняя визуальная разрешающая способность ρ . При получении экспериментальных зависимостей их невозможно было разделить по этим признакам, т. к., во-первых, в большинстве изображений присутствовали все перечисленные элементы, а, во-вторых, в испытательном тракте не была предусмотрена возможность независимого изменения резкости, разрешающей способности и объема под частотной характеристистикой.

Решение подобных дополнительных вопросов требует проведения специальных исследований, выходящих за рамки настоящей работы.

Полученные экспериментальные данные позволяют установить обменные соотношения между допусками на снижение четкости в одном из двух измерениях.

Пользуясь предложенными критериями и установленной связью их с субъективной оценкой качества изображения, можно также оценить, в какой мере снижение четкости в одном из направлений может быть скомпенсировано повышением четкости в других направлениях. Однако следует иметь в виду, что этот обмен возможен в определенных пределах, когда анизотропия четкости не слишком велика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыфтин Я. А. Качество телевизионной передачи.—«Техника кино и телевидения», 1963, № 6, с. 9—18.
2. Рыфтин Я. А. Нормальная разрешающая способность телевизионной системы.—«Техника кино и телевидения», 1960, № 4, с. 8—21.
3. Watanaabe A., Mogi T., Nagata S., Hitawashi K. Spatial Sine-Wave Responses of the Human Visual System.—«Vision Research», 1968, 8, N 9, p. 1245—1263.
4. Дерюгин Н. Г. Цветоразличительная способность глаза в телевизионных условиях наблюдения.—«Техника кино и телевидения», 1974, № 11, с. 32—38.
5. Grosser R. D., Allnatt J. W., Lewis N. W. Quality Grading of Impaired Television Pictures.—«Proc. IEE», 1964, 111, March, p. 491—502.
6. Гофайзен О. В., Епифанов Н. И. Определение допусков на величину эхо-сигналов в тракте передачи полного сигнала СЕКАМ.—«Техника кино и телевидения», 1976, № 9, с. 62—68.
7. Антипин М. В. Интегральная оценка качества телевизионного изображения. Л., «Наука», 1970.

Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения,
Одесский электротехнический институт связи им. А. С. Попова

УДК 621.397.61:681.772.7

Модуляционные характеристики односторонних ТВ систем на приборах с зарядовой связью

А. Н. Фридман, С. Б. Яковлев

Введение

Важнейшим показателем любой ТВ системы, характеризующим качество неискаженной передачи информации о высших пространственных составляющих в передаваемом сюжете, является разрешающая способность. Этот параметр достаточно наглядно определяется модуляционной характеристикой, представляющей собой отношение глубины модуляции выходного сигнала к глубине модуляции входного оптического сигнала, имеющего косинусоидальное распределение светового потока с частотой ω .

Структура светочувствительной области одностороннего ДИ ПЗС (рис. 1) представляет собой линейку дискретно

расположенных элементов, имеющих размеры a , b и расположенных с периодом p в направлении x . Чувствительность одного элемента ДИ ПЗС в пределах его размеров можно считать постоянной, что приводит к прямоугольной функции распределения чувствительности $f(x)$, представленной на рис. 2.

По аналогии с расчетом оптических систем [1] модуляционная характеристика выражается соотношением

$$T(\omega) = G(\omega)/G(0),$$

где $G(\omega)$ — преобразование фурье-функции распределения чувствительности одного элемента.

При этом модуляционная характеристика рассматривается в диапазоне пространственных частот, определяемых теоремой Котельникова:

$$0 < \omega < \omega_m = \frac{\pi}{p}.$$

Для определения модуляционной характеристики вдоль строки ДИ ПЗС можно воспользоваться выведенным ранее соотношением для прямоугольной функции распределения чувствительности [2]:

$$T_x(\omega) = G_x(\omega)/G_x(0) = \text{sinc}(\omega a/2). \quad (1)$$

Модуляционные характеристики односторонней ТВ системы по кадру

В односторонних ТВ системах развертка по кадру (направлению y на рис. 1) осуществляется механическим перемещением передаваемого изображения относительно строки ДИ ПЗС с линейной скоростью V в плоскости датчика изображения. За время накопления одной строки T_n центр чувствительного элемента одностороннего ДИ ПЗС перемещается в направлении y на расстояние $d_y = VT_n$. От величины этого перемещения зависит форма функции распределения чувствительности элемента ДИ ПЗС в направлении y .

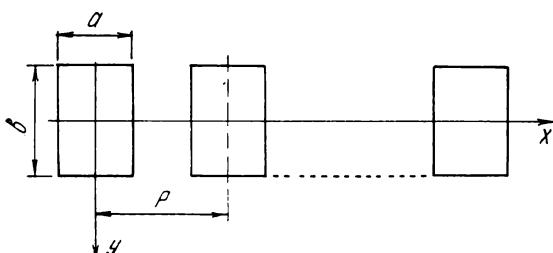


Рис. 1

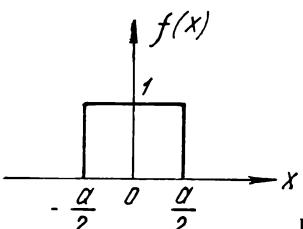


Рис. 2

На рис. 3 показаны начальные ($t = 0$) и конечные ($t = T_H$) положения светочувствительного элемента для случаев разрыва строк (рис. 3, а), соприкасающихся строк (рис. 3, б), перекрывающихся строк (рис. 3, в), а также соответствующие им функции распределения чувствительности $f'(y)$. При перемещении изображения наиболее общей формой функции распределения чувствительности является трапецидальная форма, которая определяется различным временем накопления для точек изображения, расположенных вдоль оси y .

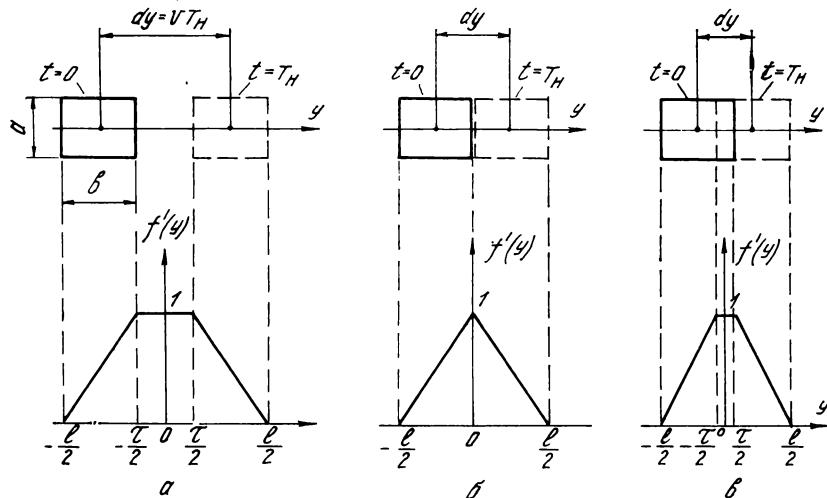
Найдем модуляционную характеристику в направлении y , используя принятую методику расчета, в случае разрыва строк (рис. 3, а). Как будет показано ниже, общность рассмотрения при этом сохраняется, а полученные результаты достаточно просто распространяются на два других случая. Используя справочные данные для преобразования Фурье трапецидальной функции и опуская промежуточные выкладки, можно записать:

$$T_c(\omega) = \frac{G_y(\omega)}{G_y(0)} = 2 \left[\frac{\cos \frac{\omega l}{2} - \cos \frac{\omega l}{2}}{(l - \tau)(l + \tau) \left(\frac{\omega}{2} \right)^2} \right] = \\ = \operatorname{sinc} \frac{\omega b}{2} \sin \frac{\omega d_y}{2}. \quad (2)$$

Выражение (2) достаточно наглядно показывает влияние на модуляционную характеристику размера чувствительного элемента одностороннего ДИ ПЗС в направлении y и расстояния, на которое перемещается строка за время накопления относительно изображения. Для случая соприкасающихся строк в выражении (2) нужно положить $d_y = b$, а для случая перекрывающихся строк сомножители в выражении (2) меняются местами, что не изменяет формулы. Таким образом, выражение (2) является общим для всех трех случаев перемещения изображения в направлении y .

Проанализируем различные варианты выбора конфигурации светочувствительного элемента ДИ ПЗС и параметров односторонней ТВ системы, а также степень их влияния на модуляционные характеристики. Критерием оптимальности выбора указанных параметров считаем равенство модуляционных характеристик по обеим координатам на максимальной пространственной частоте

$$T_x(\omega_m) = T_y(\omega_m),$$



так как в этом случае обнаружение того или иного объекта изображения не зависит от его ориентации в пространстве. Условие оптимальности с учетом (1) и (2) записывается в виде

$$\operatorname{sinc}(\omega_m a/2) = \operatorname{sinc}(\omega_m) \operatorname{v} T_H / 2 = \operatorname{sinc}(\omega_m b/2). \quad (3)$$

Решение трансцендентного уравнения (3) относительно параметра b при известных a и $V T_H$ или относительно $V T_H$ при известных a и b позволяет с заданной степенью точности определить конструктивные параметры светочувствительного элемента ДИ ПЗС и параметры ТВ системы, необходимые для выполнения условия оптимальности. Для качественных оценок полученных результатов и предварительных расчетов параметров ТВ системы найдем приближенное аналитическое выражение для уравнения (3). Разложив обе части уравнения в ряд, ограничиваясь первыми двумя членами и пренебрегая составляющими произведений рядов выше третьего порядка, получим в результате преобразований простое выражение

$$a^2 = (V T_H)^2 + b^2. \quad (4)$$

Как показали проверочные расчеты, это выражение позволяет определить параметры ДИ ПЗС системы с погрешностью не более 15 %. Из уравнения (4) очевидно, что в случае квадратной формы светочувствительного элемента ($a = b$) модуляционная характеристика по кадру всегда хуже, чем по строке, так как всегда $V T_H > 0$. Следовательно, для выполнения условия оптимальности размер светочувствительного элемента должен быть уменьшен в направлении кадровой развертки. Кроме того, должно выполняться условие $V T_H < a$.

В качестве примера рассмотрим наиболее распространенный на практике случай, когда светочувствительные элементы вдоль строки соприкасаются ($a = b$). Тогда если за время накопления строки изображение перемещается на расстояние, равное ширине строки $V T_H = b$, размер светочувствительного элемента в направлении y с учетом (4) должен быть

$$b \approx 0,7 p.$$

Соответственно скорость перемещения изображения относительно строки ДИ ПЗС должна быть $V = 0,7 p/T_H$. Анализ выражений (3), (4) для конкретных сочетаний параметров односторонних ДИ ПЗС и ТВ системы показывает, что, используя принятый критерий, можно практически рассчитать необходимые параметры для любой односторонней ТВ системы.

Из анализа соотношений в (3) можно дать еще одну важную для практики рекомендацию. Если скорость переме-

Рис. 3

щения V задана (определяется назначением ТВ системы), а размеры светочувствительного элемента в направлениях x и y равны ($a=b$), то улучшения модуляционной характеристики по кадру можно добиться, уменьшая время T_H . В ТВ системах, где может иметь место избыточная освещенность, выгодно для улучшения модуляционной характеристики уменьшать время накопления T_H . Уменьшение времени T_H без нарушения синхронизации системы производится задержкой начала подачи импульса на секцию накопления ДИ ПЗС. Эта задержка может регулироваться автоматически в условиях изменяющейся освещенности (автоматическая регулировка чувствительности) [3]. Как и следовало ожидать, эти результаты качественно совпадают с результатами, полученными ранее для кадровых ТВ систем с вакуумными передающими трубками [2].

Модуляционные характеристики структуры с временной задержкой и накоплением (ВЗН)

Структура ВЗН [4], в которой накапливаемые заряды перемещаются в направлении кадровой развертки синхронно с перемещением изображения, предназначена для увеличения времени накопления и применяется при пониженных уровнях освещенности передаваемых объектов.

Будем считать, что структура ВЗН содержит M строк и заряды переносятся дискретно за время $t=0$. Поскольку изображение перемещается непрерывно, то будет ухудшение модуляционной характеристики даже в том случае, когда средняя скорость перемещения заряда V_a равна скорости перемещения изображения в плоскости ДИ ПЗС. За один такт переноса зарядов смещение изображения относительно места накопления зарядов (рис. 4) $\Delta y = b/\Phi$, где b — период расположения элементов вдоль кадра; Φ — число фаз регистра кадрового переноса. В этом случае имеет место треугольное распределение чувствитель-

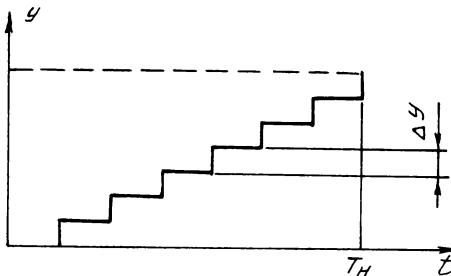


Рис. 4

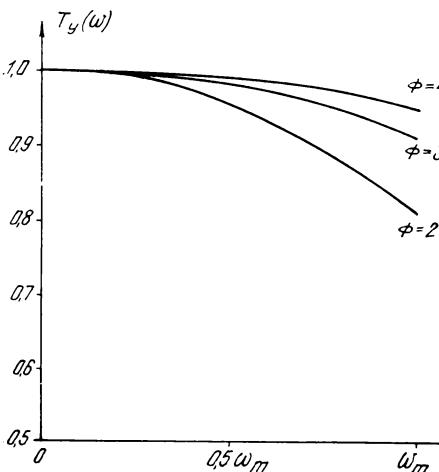


Рис. 5

ности. Модуляционную характеристику для этого случая легко получить, если в формуле (3) положить $t=0$, $l=2\Delta y$. Преобразуя это выражение, получим

$$T_{y \text{ ВЗН}}(\omega) = \operatorname{sinc}^2(\omega b / 2\Phi). \quad (5)$$

На рис. 5 приведены модуляционные характеристики для двухфазного ($\Phi=2$), трехфазного ($\Phi=3$) и четырехфазного ($\Phi=4$) регистров вертикального переноса. Таким образом, выгоднее применять структуру с большим числом фаз. Однако при этом меньше площадь накопительного элемента. Из рис. 5 видно, что дискретность переноса незначительно влияет на модуляционную характеристику. Этот режим эквивалентен рассмотренной выше односторонней системы при уменьшенном в Φ раз размере элемента вдоль направления y и расположением строк без разрывов.

Поскольку время накопления зарядов в структуре ВЗН в M раз больше, чем для обычной односторонней системы, то выгодно иметь число M максимальным. Единственным ограничением числа каскадов задержки и накопления является рассогласование скорости перемещения изображения и средней скорости перемещения зарядов. Если разность этих скоростей равна $|V_a - V|$, то к концу полного времени накопления заряды будут находиться на расстоянии ΔS от того места, где они находились бы при идеальном согласовании скоростей. Поскольку заряды проходят полный путь $S=Mb$, то можно записать

$$\Delta S = Mb |V_a - V| / V. \quad (8)$$

Будем первоначально считать, что заряды накапливаются в элементе, имеющем бесконечно малый размер в направлении кадровой развертки и перемещающемся на расстояние ΔS за полное время накопления. Как было показано выше, это соответствует (в направлении y) прямоугольной функции распределения чувствительности с шириной ΔS . Модуляционная характеристика выразится следующим образом:

$$T_{y \text{ ВЗН}}(\omega) |_{V_a \neq V} = \operatorname{sinc} \frac{\omega \Delta S}{2} = \operatorname{sinc} \left(\frac{\omega}{2} Mb \frac{|V_a - V|}{V} \right).$$

Для того чтобы модуляционная характеристика по кадру была не хуже, чем по строке при $a=b$, необходимо выполнить условие $M \leq V/V_a - V$. Это неравенство является основным условием при выборе числа строк задержки и накопления в структуре ВЗН, если задана стабильность скорости перемещения изображения в системе, и накладывает ограничение на нестабильность скорости перемещения, если используется конкретный ДИ ПЗС с известным числом M .

В приведенном анализе не учитывался конечный размер элемента накопления в направлении кадровой развертки, который равен b/Φ (прозрачный электрод Φ — фазной структуры). В общем случае влияние конечного размера элемента в направлении кадровой развертки приводит к трапециoidalной функции распределения чувствительности. По аналогии с формулой (3) можно записать:

$$T_{y \text{ ВЗН}}(\omega) = \operatorname{sinc} \omega \Delta S / 2 \operatorname{sinc} \omega b / 2\Phi.$$

Как и раньше, будем считать, что основным критерием оптимальности является равенство модуляционных характеристик по обеим координатам на максимальной пространственной частоте:

$$\operatorname{sinc}(\omega_m a / 2) = \operatorname{sinc}(\omega_m \Delta S) \operatorname{sinc}(\omega_m b / 2\Phi).$$

Решение этого уравнения относительно ΔS позволяет с заданной точностью определить допустимое число каскадов задержки и накопления, а также определить допустимую нестабильность скорости перемещения изображения.

Приближенное аналитическое выражение $(\Delta S)^2 = a^2 - (b/\Phi)^2$. В случае $a=b=p$ условие выбора числа строк задержки и накопления выразится следующим приближенным

соотношением:

$$M \leq \frac{V}{|V_s - V|} \sqrt{1 - \frac{1}{\Phi^2}}.$$

Выводы

Для получения равенства модуляционных характеристик на максимальной пространственной частоте по обеим координатам необходимо в односторочной ТВ системе уменьшать размер светочувствительного элемента в направлении механической развертки. При этом выгодно уменьшать также время накопления зарядов и скорость перемещения изображения.

Для структуры ВЗН рассогласование скоростей перемещения изображения и зарядов является

основным ограничением при выборе числа строк задержки и накопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Modulation Transfer Function.—«1976 — The Optical Industry and Systems Directory — Encyclopedia», 1976, v. 2, E151—E162.
2. Рыфтин Я. А. Телевизионная система. М., «Сов. радио», 1967.
3. Муравьев А. М., Сенчуков А. И., Фридман А. Н. Автоматическая регулировка чувствительности передающих камер с датчиками изображения на ПЭС.—«Техника средств связи». Сер. «Техника телевидения», 1978, вып. 3, с. 82—94.
4. Ваге D. F. Imaging Devices Using the Charge-Coupled Concept.—«Proc. IEEE», 1975, 63, N 1, p. 38—67.

Московский научно-исследовательский телевизионный институт



УДК 621.385.832.564.4

Миниатюрный видикон с электростатической фокусировкой и отклонением электронного луча ЛИ465

А. Е. Гершберг, А. С. Маркизов

Создание электронно-лучевых приборов небольших размеров, в частности видиконов с электростатическим управлением электронного луча, сопряжено с необходимостью решения ряда технических задач.

При уменьшении размеров прибора размеры вспомогательных зазоров между деталями и крепежных деталей обычно не могут быть уменьшены пропорционально уменьшению диаметра оболочки. Поэтому размер разрядного пространства уменьшается сильнее, чем размеры прибора. Это ведет к росту aberrаций, особенно существенному для электростатических систем. С уменьшением размеров деталей электродов точность их изготовления падает, это также ведет к росту aberrаций. Увеличивается заполненность объема прибора металлическими и керамическими деталями, что отрицательно влияет на его вакуумные свойства. Неудивительно поэтому, что видиконы полудюймового габарита с электростатическими фокусировкой и отклонением электронного луча не выпускались.

Разработанный полудюймовый видикон с электростатическими фокусировкой и отклонением луча ЛИ465 по устройству электронно-оптической системы аналогичен видикону ЛИ428, но по размерам он существенно меньше. Диаметр трубки 13,5 мм, длина 102 мм. Размер рабочей площади мишени

4,9 × 6,5 мм. Все электроды, за исключением сигнальной пластины, выведены на ножку с одиннадцатью жесткими вводами, равномерно расположенным по диаметру. Катод в видиконе маломощный — 0,6 Вт, максимальное напряжение, подаваемое на сетку, не превышает 600 В, на аноде при этом 300 В.

Фокусировка электронного луча осуществляется с помощью осесимметричной фокусирующей системы из трех цилиндрических электродов, образующих одиночную электростатическую линзу. Меньшие размеры мишени позволили уменьшить коэффициент увеличения фокусирующей системы [1], что позволило повысить разрешающую способность. Отклонение электронного луча по строке и кадру производится двумя парами плоскопараллельных, последовательно расположенных по оси прибора пластин. Ортогональность электронного луча экрану обеспечивается отдельной сеткой. Переменное напряжение, подаваемое на отклоняющие пластины, не превышает 50 В (для номинального растра).

Впервые удалось создать электростатический видикон с мишенью на основе селенида кадмия, что обеспечивает высокую чувствительность прибора, малую инерционность, малые темновые токи, хорошую равномерность по полю. Типовая световая характеристика приводится на рис. 1.

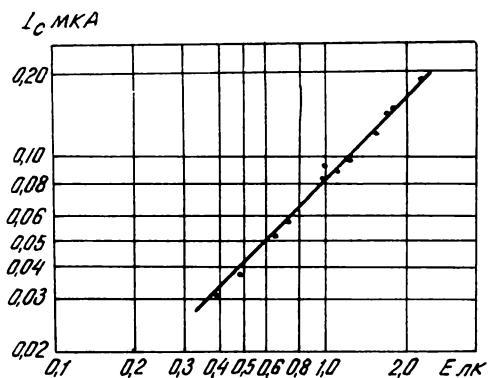


Рис. 1. Световая характеристика видикона ЛИ465

При линейной характеристике и высокой чувствительности сигнал с ростом засветки быстро возрастает. Таким образом, для расширения динамического диапазона, ограниченного способностью тока электронного луча компенсировать заряд на мишени, необходимы элементы, регулирующие уровень засветки в камере.

Спектральная характеристика чувствительности охватывает всю видимую область и имеет максимум на длине волн 680 Нм (рис. 2). При освещенности мишени 1 лк от источника А и стандартном режиме разложения (625 строк, 25 кадров, чересстрочное разложение) разрешающая способность трубы составляет не менее 450 лин в центре и 400 лин в углах. Таким образом, достигнутая удельная разрешающая способность равна примерно 90 лин/мм. Ток сигнала не менее 80 нА, темновой ток не более 5 нА. Инерционность через 40 мс не более 18 % и через 200 мс не более 5 %. Неравномерность сигнала не более 20 % и геометрические искажения изображения не более 2 %.

Коммутационная составляющая инерционности является основной компонентой инерционности. Поэтому небольшая подсветка мишени, сдвигая ее потенциал в область более сильной зависимости коэффициента эффективной вторичной эмиссии от потенциала мишени, заметно снижает инерционность. Разрешающая способность значительной части трубок может быть повышена добавлением к постоянному фокусирующему напряжению напряжения, изменяющегося в виде симметричной параболы синхронно строчному отклонению. Размах этого сигнала 1—2 В. Еще более эффективна динамическая фокусировка с применением комбинации напряжений: одного — изменяющегося по параболическому закону, другого — по линейному, поскольку изменение разрешающей способности при удалении от центра может быть несимметричным.

Благодаря высоким механоклиматическим характеристикам видикона удается создать камеры,

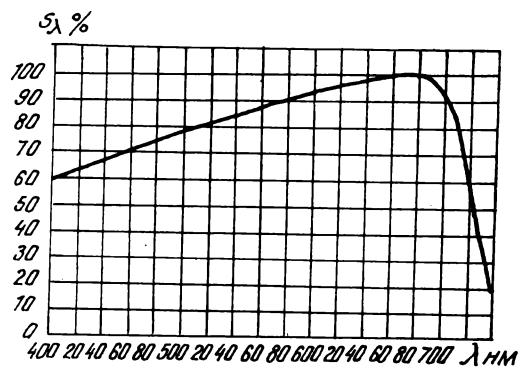


Рис. 2. Спектральная характеристика видикона ЛИ465

сохраняющие работоспособность при относительно больших ускорениях, вибрациях и неблагоприятных климатических условиях.

Основные эксплуатационные свойства видикона ЛИ465 следующие. Видикон вибропрочен и виброустойчив в диапазоне частот 1—1000 Гц при ускорении 10 г, работоспособен в диапазоне температур от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$ (с подстройкой напряжения на сигнальной пластине) и при понижении атмосферного давления 5 мм. рт. ст. выдерживает длительное воздействие окружающего воздуха с относительной влажностью 98 % при температуре $+35^{\circ}\text{C}$. Минимальная наработка видиконов ЛИ465 составляет 1000 ч.

Благодаря высокой чувствительности фотопроводящей мишени и высокой удельной разрешающей способности фотоэлектронные параметры нового видикона ЛИ465 не намного отличаются от параметров видикона ЛИ428, а по разрешающей способности он приближается к видиконам ЛИ430, ЛИ437 того же размера, но с магнитным отклонением.

Лучший тип английских миниатюрных электростатических видиконов (D2003, Англия, фирма EMY) существенно уступает ЛИ465 по чувствительности и другим фотоэлектрическим параметрам, требует большого напряжения питания (в видиконе D2008 на анод подается 1000—1500 В).

Видикон ЛИ465 позволяет создавать наиболее миниатюрные и легкие, стабильные в работе передающие камеры. В таких камерах сравнительно легко достигаются высокая линейность отклонения, изменяются скорости отклонения в широком диапазоне.

ЛИТЕРАТУРА

Гершберг А. Е. Оптимальный коэффициент увеличения электростатической фокусирующей системы при разных габаритах приборов.—«Электронная техника», 1970, серия 4, № 3.

Защита входного каскада предварительного усилителя ТВ канала

Р. М. Басс

Повсеместный переход на транзисторные усилители привел к улучшению большинства технических и эксплуатационных параметров ТВ каналов и в то же время поставил перед разработчиками новую проблему, не встречавшуюся в ламповых усилителях, — проблему защиты входных каскадов предварительных усилителей при скачках напряжений на входе усилителя.

Скачки напряжения могут возникнуть по следующим причинам: включение и выключение напряжения питания сигнального электрода E_c ; короткое замыкание входной клеммы на корпус; короткое замыкание между сигнальным электродом и другими электродами передающей трубки, например между коллектором и ближайшими динодами умножителя суперортикона или сигнальной пластиной и выравнивающей сеткой видикона.

Задача входного каскада предварительного усилителя при включении и выключении E_c подробно рассмотрена в [1]. Короткое замыкание входной клеммы на корпус хотя и представляется опасность для выходного каскада, может и должно быть полностью исключено, если правильно выполняются соответствующие правила эксплуатации. Межэлектродные замыкания в передающей трубке, которые могут возникнуть вследствие появления временных проводящих мостиков между электродами (например, вследствие миграции осажденного цезия в суперортиконах). Они приводят к скачкам напряжения на входе усилителя и являются наиболее частой причиной выхода из строя входного каскада усилителя.

Принцип действия защиты

Для защиты входного каскада от скачков напряжения непосредственно перед затвором входного транзистора¹ включается сопротивление R_3 (рис. 1). Роль сопротивления R_3 заключается в ограничении тока через управляющий $p-n$ -переход входного транзистора до безопасной величины в момент появления скачка напряжения на входе усилителя. По техническим условиям на полевые транзисторы типов КП302, КП303, КП307 допускается прямой ток через управляющий $p-n$ -переход до 5 мА. Эксперименты показывают, что при ограничении обратного тока до вышеуказанного значения транзисторы также сохраняют работоспособность. Поскольку электрод \mathcal{E}_1 заземлен по переменному току, условие, при котором входной тран-

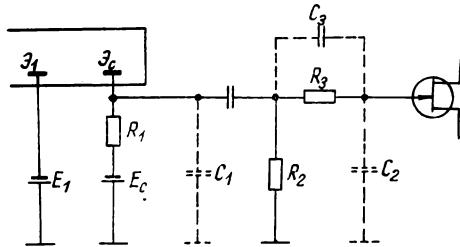


Рис. 1. Принципиальная схема входной цепи с защитной цепочкой:

\mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_c — электроды трубки, между которыми произошло короткое замыкание; C_1 , C_2 — паразитные входные емкости

¹ Здесь и далее предполагается, что во входном каскаде используются полевые транзисторы с $p-n$ -переходом.

зистор не выходит из строя при межэлектродных замыканиях в трубке, можно записать следующим образом:

$$R_3 \geq 10^3(E_1 - E_C)/5.$$

Наличие сопротивления в цепи затвора приводит к снижению отношения сигнал/шум за счет тепловых шумов этого сопротивления, а также вследствие снижения уровня высокочастотных составляющих. С целью уменьшения вредного влияния сопротивления R_3 оно шунтируется емкостью C_3 . Принципиально введение емкости снижает эффективность защиты. Однако в процессе экспериментов при значении емкости, не превышающем 100–150 пФ, и скачках напряжения до 500 В не было отмечено сколько-нибудь заметного влияния емкости на эффективность защиты.

Эффективность защиты может быть повышена, а минимально допустимое значение величины R_3 снижено при шунтировании промежутка затвор — канал диодами. Однако включение диодов на входе предварительного усилителя приводит к снижению отношения сигнал/шум за счет возрастания паразитной входной емкости усилителя и дробовых шумов диодов и целесообразно только в усилителях, собственный шум которых мало оказывается на отношении сигнал/шум на выходе ТВ канала.

Влияние защитной цепочки на шумовые характеристики усилителя

На рис. 2, а представлена эквивалентная схема входной цепи с основными шумовыми источниками в единичной полосе. Эквивалентные генераторы шумов $I_{\text{ш}1}$, $I_{\text{ш}2}$ и $e_{\text{ш}}$ соответственно равны

$$I_{\text{ш}1} = \sqrt{\frac{4kT}{R_{\text{вх}}}},$$

$$I_{\text{ш}2} = \sqrt{\frac{4kT}{R_3}},$$

$$e_{\text{ш}} = \sqrt{4kTR_{\text{ш}}}.$$

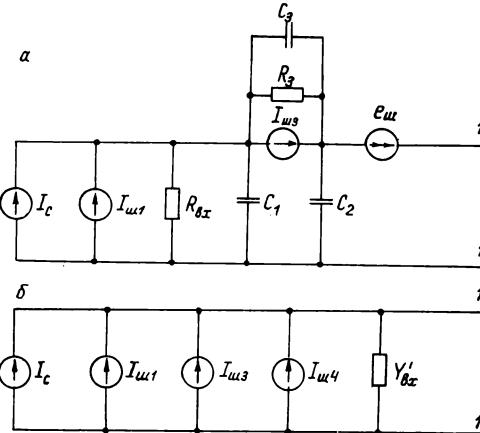


Рис. 2. Эквивалентная (а) и преобразованная эквивалентная (б) схемы входной цепи с основными шумовыми источниками:

$I_{\text{ш}1}$ — генератор тепловых шумов входного сопротивления; $I_{\text{ш}2}$ — генератор тепловых шумов сопротивления R_3 ; $e_{\text{ш}}$ — генератор тепловых шумов канала входного транзистора; I_c — генератор сигнала

где k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура по Кельвину; $R_{\text{вх}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$; $R_{\text{ш}}$ — эквивалентное шумовое сопротивление полевого транзистора.

С тем чтобы упростить эквивалентную схему, в ней не учтены дробовые шумы тока затвора, а также шумы передающей трубы, которые не вносят принципиальных изменений в общую картину.

Путем несложных преобразований все источники шумов могут быть приведены к входным клеммам усилителя. В этом случае эквивалентная шумовая схема примет вид, представленный на рис. 2, б. Здесь

$$\begin{aligned} I_{\text{ш3}} &= |Y_1/Y_3|; \quad I_{\text{ш4}} = e_{\text{ш4}}/Y'_{\text{вх}}; \\ Y_1 &= (1/R_{\text{вх}}) + j\omega C_1; \\ Y_3 &= (1/R_3) + j\omega C_3, \quad Y'_3 = Y_{\text{вх}} + Y_1 Y_2 / Y_3; \\ Y_{\text{вх}} &= (1/R_{\text{вх}}) + jC_{\text{вх}}, \quad C_{\text{вх}} = C_1 + C_2; \\ Y_2 &= j\omega C_2. \end{aligned}$$

Вычисляя интегралы квадратов шумовых токов $I_{\text{ш1}}$, $I_{\text{ш3}}$, $I_{\text{ш4}}$ в пределах от нуля до верхней граничной частоты $f_{\text{в}}$, можно найти эффективные значения этих токов. Для удобства анализа представим $I'_{\text{ш3}\text{эфф}}$ через $I_{\text{ш1}\text{эфф}}$, имея в виду, что роль тепловых шумов входного сопротивления и их влияние на отношение сигнал/шум подробно описаны в [2]. Окончательно

$$\begin{aligned} I_{\text{ш1}\text{ эффектив}} &= \sqrt{\frac{4kTf_{\text{в}}}{R_{\text{вх}}}}, \\ I_{\text{ш3}\text{ эффектив}} &= I_{\text{ш1}\text{ эффектив}} \times \\ &\times \sqrt{\frac{R_3}{R_{\text{вх}}} \left[\frac{\arctg \omega_{\text{вх}} \tau_3}{\omega_{\text{вх}} \tau_3} + \frac{\tau_1^2}{\tau_3^2} \left(1 - \frac{\arctg \omega \tau_3}{\omega \tau_3} \right) \right]}; \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{ш4}\text{ эффектив}} &= \sqrt{\frac{4kTf_{\text{в}}}{R_{\text{вх}}^2} \left[\frac{\tau_1^4}{\tau_3^2} \cdot \frac{\omega_{\text{в}}^2}{3} + \frac{\arctg \omega_{\text{вх}} \tau_3}{\omega_{\text{вх}} \tau_3} \right.} \\ &\rightarrow \left. - \left(1 - \frac{\arctg \omega_{\text{вх}} \tau_3}{\omega_{\text{вх}} \tau_3} \right) \left(\frac{\tau_{\text{экв}}^2}{\tau_3^2} + \frac{\tau_{\text{экв}}^4}{\tau_3^4} \right) \right], \quad (2) \end{aligned}$$

где $\tau_{\text{экв1}} = \sqrt{\tau_{\text{вх}} \tau_3 + \tau_1 \tau_3}$;

$\tau_{\text{экв2}} = \tau_{\text{вх}} + \tau_3 + \tau_{23}$;

$\tau_{\text{экв3}} = \sqrt{2\tau_{\text{экв1}}^2 - \tau_{\text{экв2}}^2}$;

$$\tau_{\text{вх}} = C_{\text{вх}} R_{\text{вх}}, \quad \tau_1 = C_1 R_{\text{вх}}, \quad \tau_3 = C_3 R_3, \quad \tau_{23} = C_2 R_3, \quad \omega = 2\pi f_{\text{в}}.$$

Рассмотрим формулу (1). Первое из двух слагаемых подкоренного выражения в формуле (1) характеризует в основном вклад низкочастотных шумов. С ростом верхней граничной частоты вклад этих шумов по сравнению с тепловыми шумами входного сопротивления быстро падает в соответствии с законом изменения функции $\arctg x/x$. Вклад в общий баланс шумов будет ничтожным (не более 5 % от вклада шумов входного сопротивления), если выполнено условие $C_3 \geq 15/\omega_{\text{вх}} R_{\text{вх}}$. Шумы, определяемые вторым слагаемым, возрастают с ростом верхней граничной частоты. Однако их вкладом также можно пренебречь (не более 5 % от вклада $I_{\text{ш1}\text{эфф}}$), если выполнено условие

$$C_3 \geq 3C_1 \sqrt{R_{\text{вх}}/R_3}.$$

Таким образом, если выполнены указанные условия, тепловые шумы сопротивления R_3 не приведут к сколько-нибудь заметному увеличению шумов на выходе усилителя. Так как в усилителях с противошумовой коррекцией тепловые шумы входного сопротивления обычно ничтожно малы, сформулированные условия могут быть смягчены в два-три раза.

Рассмотрим теперь формулу (3). Оценим $I_{\text{ш4}\text{эфф}}$ сверху, имея в виду, что функция $\arctg x/x$ изменяется в пределах от 1 до 0 при изменении x от 0 до ∞ . С учетом этого

$$I_{\text{ш4}\text{ эффектив}} \leq \sqrt{\frac{4kTf_{\text{в}}}{R_{\text{вх}}^2} \left(\frac{\tau_{\text{экв}}^4}{\tau_3^2} \cdot \frac{\omega_{\text{в}}^2}{3} + 1 \right)}. \quad (3)$$

Известно [3], что в случае отсутствия защитной цепочки эффективное значение эквивалентного шумового канала транзистора $I'_{\text{ш4}\text{эфф}}$ определяется выражением

$$I'_{\text{ш4}\text{ эффектив}} = \sqrt{\frac{4kTf_{\text{в}}}{R_{\text{вх}}^2} \tau_{\text{вх}}^2 \frac{\omega_{\text{в}}^2}{3}}. \quad (4)$$

Из выражений (3, 4) следует, что относительное увеличение шумового тока канала при установке защитной цепочки $\gamma = I_{\text{ш4}\text{ эффектив}}/I'_{\text{ш4}\text{ эффектив}}$ не превысит некоторой допустимой величины ε , если выполнено условие

$$C_3 \geq \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \left(\sqrt{\varepsilon^2 - \frac{3}{\omega_{\text{вх}}^2 \tau_{\text{вх}}^2}} - 1 \right). \quad (5)$$

Для предварительных усилителей с противошумовой коррекцией всегда справедливо соотношение $\omega_{\text{вх}} \tau_{\text{вх}} \gg 1$. В этом случае выражение (5) упрощается и принимает следующий вид:

$$C_3 \geq \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \cdot \frac{1}{\varepsilon - 1}. \quad (6)$$

Таким образом, задав допустимое возрастание теплового шума канала, можно выбрать соответствующую величину емкости C_3 из условий (5) или (6).

Влияние защитной цепочки на коэффициент передачи усилителя

Введение защитной цепочки $R_3 - C_3$ во входную цепь усилителя приводит к дополнительным линейным искажениям видеосигнала, которые могут быть охарактеризованы некоторым относительным коэффициентом передачи K , равным отношению коэффициентов передачи усилителей с защитной цепочкой и без защитной цепочки. Из эквивалентной схемы (рис. 2, б) следует, что

$$(1 + Y_1 Y_2 / Y_3 Y_{\text{вх}})^{-1}.$$

Анализируя это выражение, можно показать, что с ростом частоты от 0 до ∞ значение K по абсолютной величине монотонно убывает от 0 до значения $K_{\min} = [1 + C_1 C_2 / C_3 \times (C_1 + C_2)]^{-1}$.

Подставляя в это выражение значение C_3 из (6), получим $K_{\min} \ll \varepsilon^{-1}$.

Таким образом, при выборе емкости C_3 из условия увеличения тепловых шумов канала не более чем на $=5-10\%$ спад частотной характеристики в результате введения защитной цепочки также не превысит $5-10\%$. При необходимости указанные искажения могут быть скорректированы известными методами частотной коррекции. Подробное рассмотрение этого вопроса не входит в задачу данной статьи. Следует, однако, отметить, что при применении в усилителе для коррекции входной цепи общей обратной связью [4] дополнительные искажения от защитной цепочки без каких-либо осложнений корректируются за счет незначительного увеличения глубины обратной связи.

В заключение приведем пример расчета защитной цепочки при следующих исходных данных: $E_1 = 700$ В, $E_c = 100$ В, $R_{\text{вх}} = 100$ кОм, $C_1 = C_2 = 10$ пФ, $f_{\text{в}} = 7,5$ МГц.

Из условия выбора R_3 находим, что $R_3=120$ кОм. Приняв $\varepsilon=1,1$, т. е., допуская увеличение эквивалентного шумового тока канала на 10 %, из условия (6) получим $C_3 \geq 50$ пФ. Таким образом, введение защитной цепочки с параметрами $C_3=50$ пФ и $R_3=120$ кОм практически не приведет к снижению отношения сигнал/шум на выходе усилителя.

Выводы

1. Одной из главных причин выхода из строя входных каскадов предварительных усилителей являются скачки напряжения на входе усилителя в результате межэлектродных замыканий в передающей трубке.

2. Для защиты входного каскада целесообразно перед затвором входного транзистора устанавливать цепочку, состоящую из параллельно включенных резистора и конденсатора.

3. При соответствующем выборе емкости собственные шумы усилителя практически не возрастают. При этом, чтобы эффективность защитного резистора не снижалась,

необходимо высирать минимально возможное значение емкости.

ЛИТЕРАТУРА

- К сенофонтов Л. С., Никитина Е. В. Предварительный усилитель с низкоомной входной цепью для камеры на трубке суперортикон.—«Вопросы радиоэлектроники», сер. «Техника телевидения», 1967, вып. 1, с. 15—18.
- Красильников Н. Н. Помехоустойчивость телевизионных устройств. М., «Госэнергоиздат», 1961, с. 21—26.
- Sakai T. Noise characteristics of field effect transistors for the first stage of vidicon camera's head amplifier.—«Journ. of the Institute of television engineers of Japan», 1969, N 11, p. 880—886.
- Басс Р. М. Интегральный предварительный усилитель.—«Техника кино и телевидения», 1976, № 3, с. 38—40.



УДК 621.385. 832.5

Аналого-цифровое устройство стабилизации положения и размеров раstra в ТВ трубках

С. В. Колбас, Л. П. Турченков

Улучшение характеристик изображения систем цветного ТВ или увеличение точности работы некоторых типов систем ТВ автоматики требуют использования дополнительных устройств для стабилизации пространственного положения и размеров раstra в передающих ТВ трубках. Алгоритм работы устройств автостабилизации во многом зависит от положения опорного уровня в преобразователе свет-сигнал и динамического диапазона нестабильности положения и размеров раstra на мишени передающей трубы (ПТ).

В большинстве известных устройств стабилизации используется или временное рассогласование сигналов контрольного изображения на выходе передающих трубок (один из каналов принимается за опорный [1]), или устройство анализа основного сигнала изображения на выходе ТВ трубок [2]. Положение и размеры опорных растротов и временное положение сигналов изображения по своей природе нестабильны и поэтому не могут использоваться для получения точной информации о расположении растротов, а в однотрубочной ТВ системе вообще неприменимы. Более надежными являются

устройства с опорными (контрольными) изображениями, структура которых позволяет выделять точную информацию о положении и размерах раstra [3, 4]. Эти устройства могут использоваться в системах с одной передающей трубкой. В качестве опорного сигнала в таких устройствах может применяться высокостабильное постоянное напряжение или опорная информация, записанная в вычислительном устройстве.

Испытательные изображения расположены по периметру поля. На рис. 1 и 2 представлены структура этих изображений (для стабилизации положения раstra по вертикали и горизонтали) и этапы формирования управляющего напряжения, используемого для автостабилизации. Форма контрольного сигнала на выходе камерного усилителя за время, отведенное для сканирования испытательного изображения, определяется структурой этого изображения (рис. 1, б, 2, б). Сигнал в дальнейшем подвергается временной селекции, фильтрации и заполняется импульсами (рис. 1, г, 2, б). Число импульсов заполнения зависит от положения краев раstra на мишени ПТ

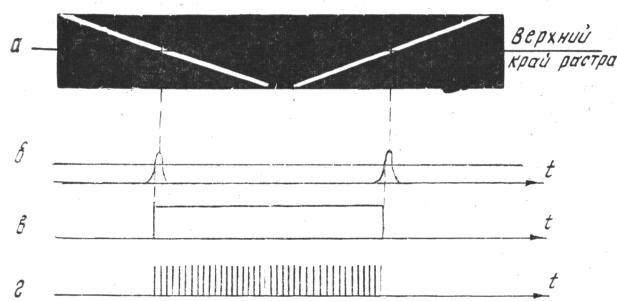


Рис. 1

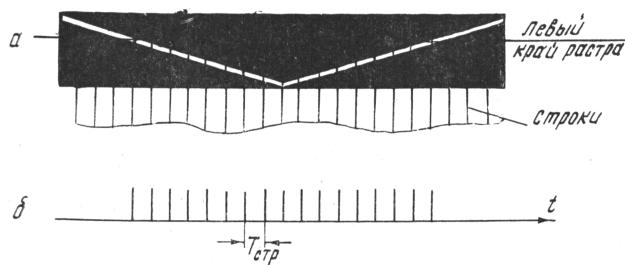


Рис. 2

относительно опорного испытательного изображения.

Преобразование контрольного сигнала изображения (от испытательного изображения) и формирование управляющих напряжений для автоподстройки параметров растра осуществляется устройством, структурная схема которого приведена на рис. 3. Устройство автостабилизации содержит четыре независимых канала, включающих многоразрядный реверсивный счетчик, схему совпадения «И», регистр и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

Контрольный сигнал изображения с импульсным заполнением подается с формирователя импульсов заполнения на вычитающий вход реверсивного счетчика. Здесь в исходном состоянии с помощью блока записи номинального числа было записано двоичное число $2n$. Это число соответствует двойному числу импульсов заполнения при номинальном положении растра, например по вертикали. Если на реверсивный счетчик (по вертикали) подается сигнал с числом импульсов $n + \Delta n$, соответствующим положению сдвинутого вверх растра, то в результате вычитания в счетчике формируется разностный сигнал $2n - (n + \Delta n) = n - \Delta n$, т. е. в счетчике окажется записанным число, меньшее номинального — n . Эта информация с выхода счетчика передается в канал автоподстройки положе-

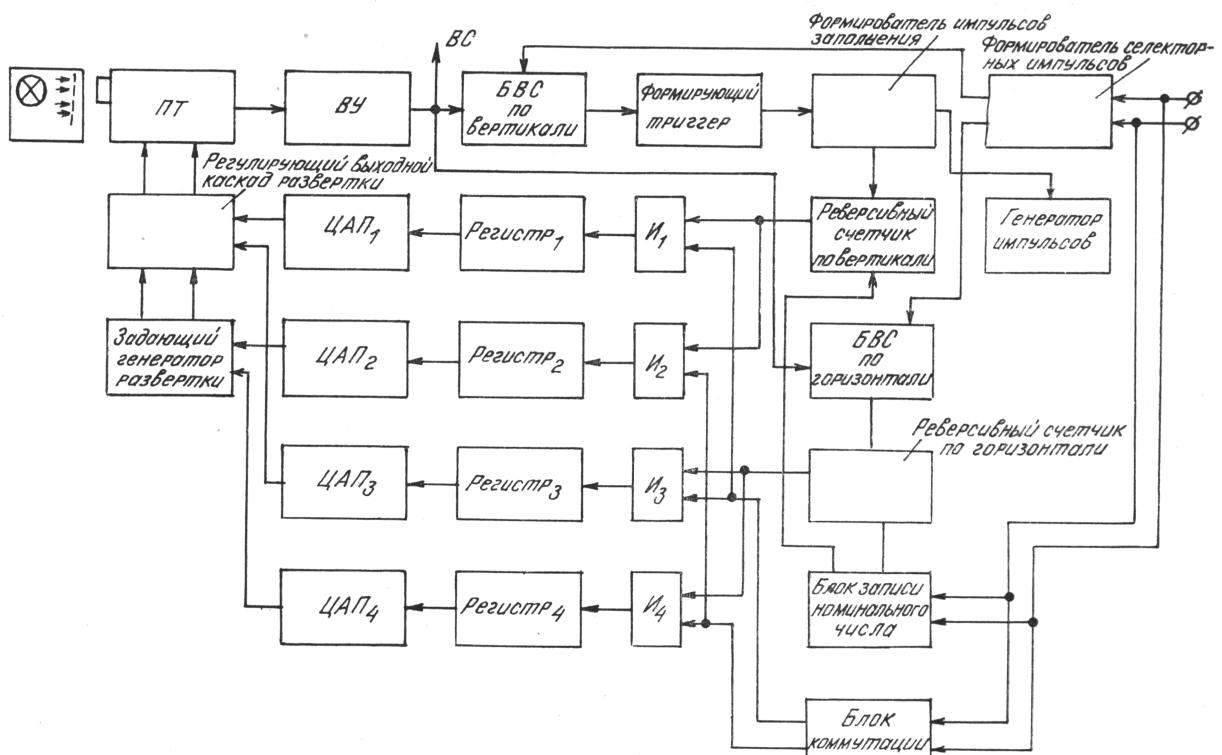


Рис. 3

ния растра по вертикали (схема I_1 , регистр-1 и ЦАП-1). С выхода цифро-аналогового преобразователя (ЦАП-1) постоянное напряжение известной величины воздействует на постоянную составляющую регулируемого выходного каскада кадровой развертки и изменяет положение растра по вертикали.

Канал автоподстройки размера растра по вертикали включает в себя реверсивный счетчик (по вертикали), логический элемент I_2 , регистр-2, ЦАП-2 и действует по описанному принципу. Здесь постоянное напряжение с ЦАП-2 поступает на задающий генератор развертки по вертикали и изменяет амплитуду импульса линейно-изменяющейся формы.

Информация с реверсивного счетчика в каналы автоподстройки параметров растра по вертикали поступает через блок коммутации. Импульсы, управляющие блоком коммутации, подаются в начале обратного хода развертки по вертикали.

Инерционность системы автоподстройки определяется в основном инерционностью выходных каскадов (или задающих генераторов) развертки и существенно меньше циклов развертки. Это позволяет совмещать во времени процесс авторегулирования с действием гасящих импульсов.

Что касается точности автоподстройки (или совмещения растров), то она зависит от числа разрядов в реверсивном счетчике, регистре и ЦАПе, а последнее должно согласовываться с частотой повторения импульсов заполнения контрольного

сигнала изображения. В частности, при использовании в каналах автоподстройки девятиразрядных цифровых устройств положение и размеры растра могут поддерживаться с точностью до $1/8$ апертуры.

Этот же принцип использован и в каналах автоподстройки положения и размера растра по горизонтали. Здесь с блока временной селекции (БВС) сигнал (рис. 2, б) подается на реверсивный счетчик (по горизонтали). А управляющее напряжение с ЦАП-3 подается соответственно на регулируемый выходной каскад строчной развертки. Канал с элементами I_4 , регистр-4, ЦАП-4 предназначен для регулирования размеров растра по горизонтали по описанному принципу.

Синхронность и синфазность взаимодействия всех узлов устройства автоподстройки обеспечиваются блоками коммутации и записи номинального числа в счетчиках.

ЛИТЕРАТУРА

- Chmillion, Klaus. Патент ФРГ, № 1290575 от 30 ноября 1966 г. (13.03. 1969 г.)
- Critchley A. W. Automatic Centering Unit for the Registration of a Three-Tube Color Television Camera.—JSMPTЕ, 1972, 81, N 1, p. 4—13.
- Петраков А. В., Горюхов В. П., Клевалин В. А. Измерение нестабильности растра передающих ТВ трубок.—«Техника кино и телевидения», 1971, № 6, с. 52.
- Турченков Л. П. Автоматическая стабилизация положения и размеров растра.—«Техника кино и телевидения», 1973, № 3, с. 41—45.

ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА

УДК 778.534.48

Опыт эксплуатации комплекса аппаратуры

для озвучивания и дублирования кинофильмов КЗМ-24

В конце 1975 г. на киностудии им. М. Горького был поставлен на эксплуатационные испытания опытный образец комплекса аппаратуры для озвучивания и дублирования кинофильмов КЗМ-24. Для монтажа этого комплекса на киностудии было специально оборудовано тонателье с универсальной аппаратной, объединяющей аппаратные записи, воспроизведения и кинопроекции.

Используемое тонателье имеет переменные акустические условия, обеспечивающие его эксплуатацию в двух основных режимах: «под натуру» и «под помещение». Переменные акустические условия достигаются с помощью трансформируемых архитектурно-акустических элементов, которые позволяют быстро изменять его акустические параметры. Форма ателье, конфигурация архитектурных элементов на его ограничивающих поверхностях способствуют созданию рассеивания звука и ликвидации вредных отражений в зоне расположения микрофонов. В режиме озвучивания «под натуру» при максимальном заглушении зала время реверберации равно 0,25 с в диапазоне 63—8000 Гц и при разглаживании зала — 0,55 с в области средних частот.

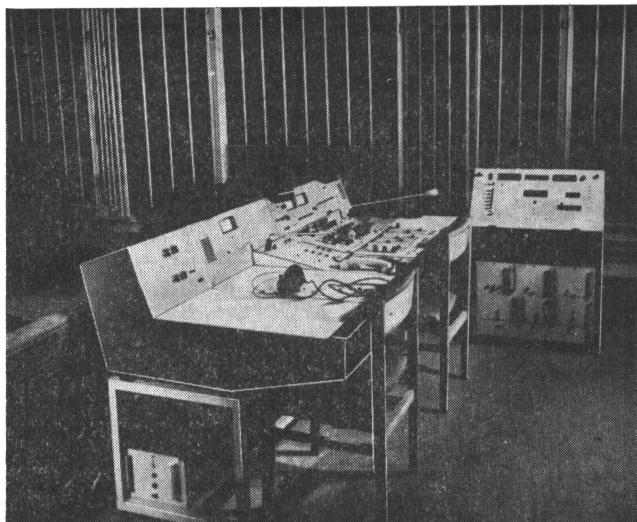
В период эксплуатационных испытаний киностудия на комплексе КЗМ-24 провела технологическое опробование и полный цикл работ по дублированию только одного кинофильма, потому что комплекс КЗМ-24 в своей первоначальной комплектации работал крайне нестабильно, в основном из-за несовершенства конструкции технологического кинопроектора 23КП3, который не всегда обеспечивал точную установку кадра в рамке, имел тягу обтюратора и часто обрывал кинопленку.

ЦКБК НПО «Экран», ЛОМО и киностудия им. М. Горького в июле-августе 1977 г. провели большую работу по переоборудованию комплекса. Были установлены новый базовый аппарат магнитной записи звука 25Д36, имеющий широкие функциональные возможности и высокие технические параметры, и два кинопроектора PR-635 фирмы «Магна-Тех-электроник» (США). Последние дооборудованы и состыкованы с элементами комплекса КЗМ-24. Также выполнены профилактические работы по пульту звукооператора и системе программного управления. В результате киностудия полу-

чила современный комплекс, на котором в сентябре 1977 г. приступила к выполнению заказа на озвучивание 20-серийного фильма для американского телевидения «Неизвестная война» (режиссер-постановщик Р. Кармен, звукооператор И. Гунгер).

На этом фильме комплекс был использован для записи дикторского текста под изображение, смонтированное в части к перезаписи. Запись проводилась в режиме «до ошибки». За 18 рабочих смен было записано 112 частей фильма. Работая на новом комплексе, режиссеры, звукооператоры и особенно монтажеры отметили значительные эксплуатационные удобства и в несколько раз большую производительность труда.

Комплекс КЗМ-24 предназначен для озвучивания и дублирования кинофильмов. Поскольку ранее озвучивание оригинальных художественных фильмов методом электронной петли проводилось в режиме «петля-рулон», была поставлена задача освоить аппаратуру, выявить все ее функциональные возможности и провести технологический процесс укладки текста и синхронного озвучивания иностранного кинофильма в режиме «петля-часть».



Пульт режиссера, пульт звукооператора и пульт программного управления системой электронной петли

Необходимо отметить, что режиссеры и звукооператоры, работающие на киностудии, сомневались в том, что работа в режиме «петля-часть» обеспечит получение требуемой синхронности, так как при существующей на киностудии технологии озвучивания с записью звука на рулон 6,25-мм магнитной ленты и с последующей выкопировкой отобранных дублей на 35-мм ленту приходилось с целью монтажной подгонки синхронности делать до 300—400 склеек речевой фонограммы фильма внутри колец.

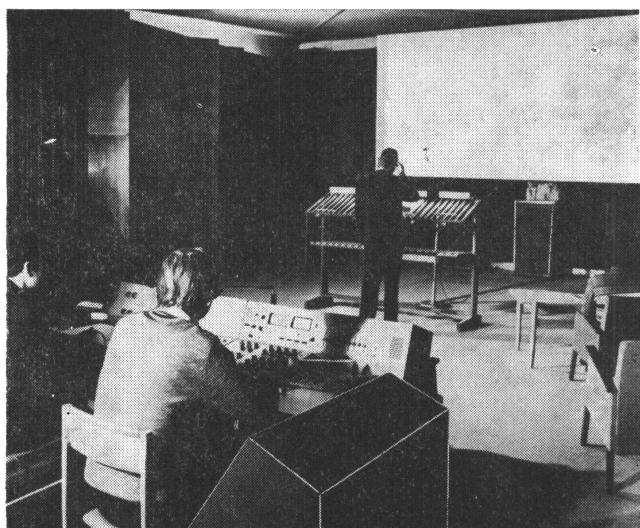
Еще до модернизации комплекса КЗМ-24 на нем было проведено дублирование болгарского художественного фильма «Сладкие и горькие» (режиссер И. Гуров, звукооператор В. Гришин). Работа над этим фильмом, конечно, еще не дала возможности до конца оценить все стороны предлагаемой системы, однако уже можно сделать вывод о несомненном преимуществе метода электронной петли.

При работе по синхронной укладке экранного текста новая аппаратура предоставляет большие возможности. В отличие от применявшегося ранее способа с использованием небольших обособленных участков изображения, склеенных в кольца, теперь авторы экранного текста могут в любой момент увеличить или уменьшить выбранный участок текста, проверить качество текста «на стыках» уложенных участков. В случае необходимости можно вернуться к началу части и изменить ранее уложенный текст. Используя микрофон, установленный на пульте режиссера, актер-укладчик текста может проговорить уложенный текст и сразу же услышать его из заэкранных громкоговорителей.

В процессе укладки текста при необходимости могут быть применены режимы «один цикл к началу», «полуцикл к концу», «работа до ошибки». Актер-укладчик текста, проверяя синхронность уложенного диалога, имеет возможность использовать аппаратуру в режиме «запись».

Опыт работы по дублированию фильмов показал, что для укладки текста необходимо использовать кинопроектор более простой конструкции с обратным ходом и дистанционным управлением. Применение комплекса КЗМ-24 для этой цели нецелесообразно.

Для этапа озвучивания при дублировании кинофильмов был применен режим «петля-часть», особенностью которого является использование смонтированных к перезаписи частей изображения фильма. Озвучивание проводилось небольшими участками изображения фильма. Четырехдорожечная система записи звука обеспечила получение от одного до четырех дублей. Лучший дубль перезаписывался затем на первую дорожку, если он оказывался на второй, третьей или четвертой дорожках. В процессе звукозаписи использовались



Рабочий момент озвучивания фильма

режимы «челнок», «цикл к началу», «полуцикл к концу», «запись до ошибки».

Система электронной петли предоставляет для съемочной группы на этапе озвучивания фильма широкие возможности, устранив многие технические ограничения, свойственные методу кольцевого озвучивания. Основные преимущества новой технологии следующие:

возможность выбора эпизода для озвучивания в зависимости от наличия актеров;

увеличение или уменьшение длины озвучиваемого участка непосредственно в ходе работы;

возможность в любой момент остановить челночное движение аппаратов и вернуться к началу озвучиваемого участка;

возможность остановить проекцию изображения на старте, чтобы дать необходимые указания актеру;

возможность прослушивания записанных реплик совместно с шумами и музыкой;

после перезаписи отобранного дубля на первую дорожку на любую из оставшихся можно записать второплановые реплики или неразборчивый гул массовки, получая таким образом на одной ленте вторую «крепличную» дорожку и уменьшая за счет этого количество фонограмм, поступивших на перезапись;

в ситуации, когда один из участников в диалогах актеров заболел или уехал в другой город, режиссер имеет возможность записать голос только одного партнера, с тем чтобы голос второго дублировать на отдельной дорожке в удобное для него время;

при переходе от записанного эпизода к новому актеры имеют возможность через головные телефоны прослушать конец предыдущего эпизода,

с тем чтобы начать запись нового эпизода в той же тональности и с той же эмоциональной нагрузкой;

в случае ошибки внутри записанного дубля можно произвести незаметное на слух вписывание.

В процессе освоения нового комплекса аппаратуры была установлена оптимальная скорость обратного синхронного движения лент в режиме «челнок». Наиболее приемлемой оказалась утроенная по отношению к номинальной скорость. Дальнейший рост скорости ведет к увеличению времени торможения и в конечном счете к затягиванию членочного цикла.

При озвучивании фильмов методом закадрового комментария (дикторский текст) для синхронной обратной перемотки лент, как правило, применялась шестикратная по сравнению с номинальной скорость.

Пульт звукооператора 90К-37, пульт режиссера 80К-45 и пульт программного управления 30К-18 были установлены не в микшерной, а непосредственно в зале озвучивания, поэтому звукооператор осуществлял оперативный слуховой контроль через головные телефоны. В процессе своей работы

также пользовались головными телефонами актеры. Во время озвучивания оригинальных фильмов они прослушивали синхронную черновую фонограмму, при дублировании — фонограмму фильма с рабочей 35-мм копии. Контроль записанных фонограмм осуществлялся через заэкранные громкоговорители синхронно с изображением.

После окончания озвучивания иностранного фильма назначается сдача фильма на двух пленках, при которой прослушиваются все записанные фонограммы с целью выявления незамеченных во время озвучивания ошибок: оговорки актеров, неправильные ударения, несинхронность и т. д.

В случае обнаружения ошибок проводится переозвучивание, которое ведется методом «вписывания». Новые реплики, вводимые взамен ошибочных, вписываются в первую дорожку или же записываются на одну из свободных дорожек, а затем уже переписываются на первую дорожку. После внесения всех исправлений готовые части поступают на перезапись.

Г. М. Ким

Киностудия им. М. Горького



УДК 621.397.62:621.397.132

Прибор для настройки цветных телевизоров

Прибор позволяет налаживать цветные телевизоры в том случае, когда отсутствуют испытательные сигналы телецентра. Прибор представляет собой генератор сигналов,рабатывающий сигналы белого поля, сетчатого поля, вертикальные градации, точки. Имеется возможность подавать эти сигналы на антенный вход телевизора и на вход видео.

Прибор позволяет контролировать степень расщровых искажений, качество сведения трех лучей кинескопа, однородность свечения по полю экрана, динамический баланс белого. При периодическом контроле или покупке цветного телевизора нет необходимости вскрывать телевизор, так как прибор имеет радиоканал. Прибор используется также для настройки черно-белых телевизоров.

Схема прибора приведена на рис. 1. Генератор выполнен на интегральных микросхемах серии K155 (кроме стабилизатора напряжения). Относительная сложность генератора по сравнению с генератором сигналов для цветных телевизоров, описание которого дано в литературе, окупается удобством в эксплуатации (нет необходимости под-

страивать генератор при настройке телевизора), высокой стабильностью генерируемых сигналов и их максимальным приближением к требованиям ГОСТа 7845—72 к полному ТВ сигналу.

В состав генератора сигналов входят задающий генератор, делители частоты, формирователи импульсов, смеситель, радиоканал и блок питания. Задающий генератор собран по схеме несимметричного мультивибратора на двух инверторах D1.1 и D1.2 и вырабатывает импульсы длительностью 200 нс с периодом 3,2 мкс. Импульсы с выхода 3 элемента D1.1 используются для получения сигнала вертикальных линий сетчатого поля и точек. С выхода 6D1.2 импульсы подаются на линейку делителей частоты, функциональная схема которой приведена на рис. 2. Построение линейки обеспечивает прогрессивную развертку с количеством строк в поле 312 и частотой полей 50 Гц.

С выхода 3D7.1 снимаются кадровые гасящие импульсы U9 частоты 50 Гц, длительностью 24Н ($H=64$ мкс). Импульсы U1 и U5 служат для формирования на микросхеме D9 гасящих импульсов строк. Импульсы U2, U3 и U4 поступают на схему

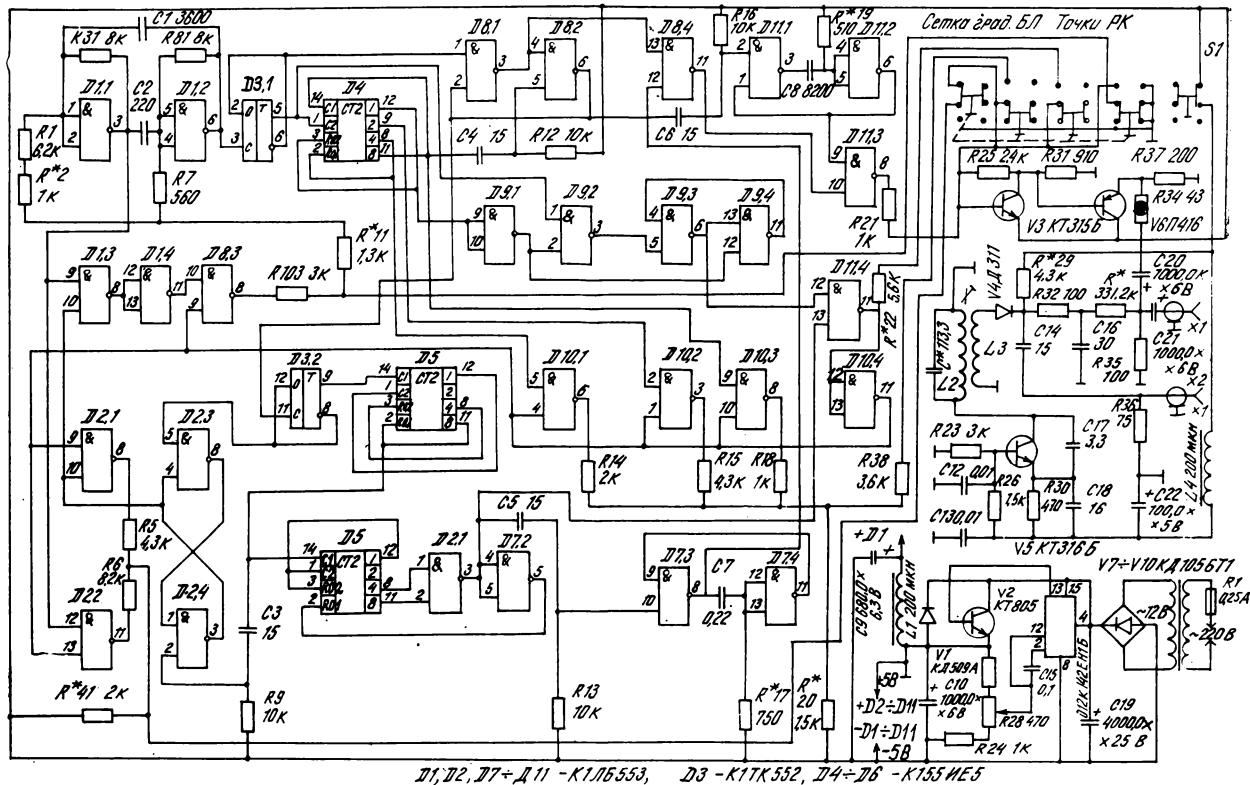


Рис. 1. Схема прибора:

Элементы D_1 , D_2 , D_7 — выполнены на микросхемах

формирования сигнала вертикальных градаций. Импульсы U_6 подаются через дифференцирующую цепь R_{16} , C_6 на запуск одновибратора строчных синхроимпульсов $D_{11.1}$, $D_{11.2}$, а инверсные U_6 используются для получения врезок в синхронизирующем импульсе полей. Импульсы U_7 , U_8 управляют RS -триггером на элементах $D_{2.3}$, $D_{2.4}$. С выхода 3 $D_{2.4}$ снимается сигнал горизонтальных линий сетчатого поля.

Одновибратор на элементах $D_{11.1}$, $D_{11.2}$ служит для формирования строчных синхронизирую-

$K1LБ553$, D_3 — на $K1TK552$, D_4 — D_6 — на $K155IE5$

щих импульсов длительностью 4,7 мкс. Период повторения строчных синхроимпульсов 64 мкс устанавливается подборочным резистором R^*2 , предварительно выставляется напряжение 5,2 В на конденсаторе C_{10} . Длительность строчных синхронизирующих импульсов 4,7 мкс задается подборочным резистором R^*19 . Одновибратор на элементах $D_{7.3}$, $D_{7.4}$ вырабатывает кадровый синхроимпульс длительностью 2,5 Н (выставляется резистором R^*17). Запуск одновибратора осуществляется передним фронтом кадровых гасящих импульсов U_9 (дифференцирующая цепь R_{13} , C_5).

На элементе $D_{8.4}$ собран смеситель кадровых синхроимпульсов 2,5Н с врезками, поступающими на смеситель с выхода RS -триггера ($D_{8.1}$, $D_{8.2}$) формирования врезок длительностью 3,2 мкс. Элемент $D_{11.3}$ является смесителем строчных синхроимпульсов с кадровыми синхроимпульсами, содержащими врезки. С выхода $D_{11.3}$ снимается сигнал синхронизации приемников ССП положительной полярности (рис. 3). На микросхеме D_9 выполнена схема формирования гасящих импульсов строк длительностью 16 мкс, поступающих на элемент $D_{11.4}$ для смешивания с кадровыми гасящими импульсами U_9 .

С выхода $D_{11.4}$ снимается сигнал белого поля, не содержащий синхроимпульсы. Инвертирован-

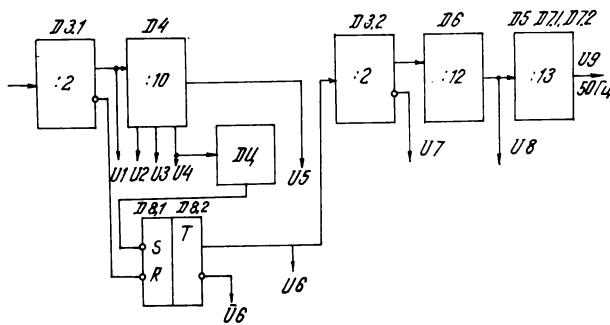


Рис. 2. Функциональная схема линейки делителей частоты

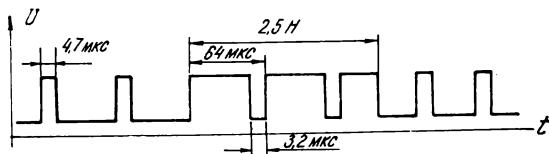


Рис. 3. Сигналы синхронизации

ный элементом $D10.4$ сигнал белого поля используется в качестве смеси гасящих импульсов для замешивания в видеосигналы вертикальных линий, горизонтальных линий, точек с помощью элементов $D2.2$, $D2.1$ и $D8.3$ соответственно.

На элементах $D2.3$, $D2.4$ собран RS -триггер для получения импульсов горизонтальных линий сетчатого поля, а на $D2.1$, $D2.2$ выполнена схема формирования видеосигнала сетчатого поля с 15 вертикальными и 12 горизонтальными линиями. Видеосигнал сетчатого поля, не содержащий сигнал синхронизации приемников, снимается с резистора R^*4 . Элементы $D1.3$, $D1.4$ и $D8.3$ служат для получения видеосигнала точек, соответствующих узлам сетки.

Видеосигнал точек снимается с резистора R^*11 . Сигнал вертикальных градаций образуется в результате суммирования импульсов с выходов элементов $D10.1$, $D10.2$ на резисторе R^*20 . При нажатии соответствующей кнопки переключателя $S1$ на смеситель видеосигнала изображения и ССП на транзисторе $V3$ поступает один из четырех видеосигналов. На схеме прибора (см. рис. 1) переключатель $S1$ — в положении «радиоканал включен», на смеситель поступает сигнал сетчатого поля. Резисторами R^*4 , R^*20 , R^*22 и R^*11 устанавливается необходимое соотношение между размахом ССП и соответствующим сигналом изображения.

С выхода смесителя полный ТВ сигнал подается на эмиттерный повторитель $V6$ и далее на выходной разъем $X1$. На рис. 4 приведены осциллограммы сигналов вертикальных градаций, белого поля и сетчатого поля на выходе генератора. Размах сигналов от уровня синхроимпульсов до уровня белого составляет 1,5 В.

Радиоканал прибора состоит из высокочастотного генератора на транзисторе $V5$ и модулятора на диоде $V4$. Высокочастотный генератор работает на частоте первого телевизионного канала — 49,75 мГц. Настройка производится вращением сердечника контура $L2$ и подбором емкости $C^{*}11$. $L2$ содержит девять витков провода ПЭВ-1 0,2, намотанных виток к витку на каркасе диаметром 8 мм с карбонильным подстроечным сердечником от телевизора УНТ-35. $L3$ содержит два витка провода ПЭВ-1 0,2, намотанных виток к витку с катушкой $L2$. Глубина модуляции устанавливается подбором резистора $R33$. Смещение рабочей

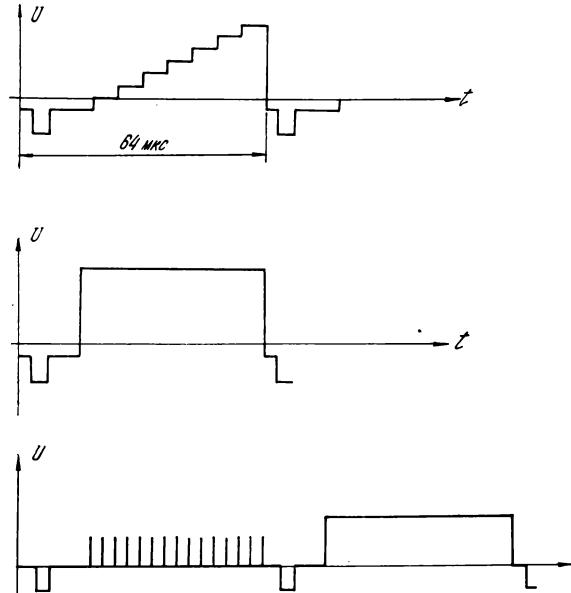


Рис. 4. Сигналы вертикальных градаций, белого и сетчатого полей

точки диода $V4$ для предотвращения обрезания видеосигнала производится резистором R^*29 . Для настройки высокочастотного генератора и модулятора авторы использовали осциллограф С9-1. В качестве понижающего трансформатора питания $T1$ применен трансформатор ТВК-70 (можно ТС-10 от телевизора «Электроника-ВЛ100»). Электронный стабилизатор выполнен на микросхеме К142ЕН1Б для получения высокой стабильности питающего напряжения 5,2 В, определяющего стабильность частоты задающего генератора. Транзистор $V2$ КТ805 без радиатора можно заменить на транзистор П701, но с радиатором.

При правильно собранной схеме генератор начинает работать без наладки, иногда приходится подбирать детали, обозначенные на схеме звездочкой.

Все резисторы типа МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Конденсаторы $C1$, $C2$, $C8$ — СГМ, остальные типа КМ-4. Электролитические конденсаторы можно применить любых типов, номинальная емкость должна быть не менее указанной в схеме. Габаритные размеры корпуса прибора 165 × 145 × 50 мм можно сократить вдвое при применении микросхем 133-й серии.

ЛИТЕРАТУРА

Крылов В., Бызееv В. Стабилизаторы напряжения на К 142 ЕН.—«Радио», 1978, № 10, с. 31.

В. Г. Гетьман, Ю. П. Ковалев

Кировоградский завод радиоизделий

УДК 778.57

Тест-фильмы ВУЗОРТ

Е. Л. Нельский, Т. Н. Новикова

Чехословацкая Социалистическая Республика — одна из основных производителей тест-фильмов изображения за рубежом. Разработкой и выпуском этих фильмов занимается научно-исследовательский институт техники звука и изображения — ВУЗОРТ, где имеется специализированная лаборатория тест-фильмов. Многолетний (с 1954 г.) опыт изготовления тест-фильмов для кинематографии и телевидения, испытательных таблиц для оптических и фотографических систем, а также комплекс прецизионного оборудования являются основой выпуска продукции, отвечающей самым строгим современным требованиям.

С 1975 г. в социалистических странах (ЧССР, ГДР, ПНР, ВНР, НРБ и СССР) разрабатываются единые тест-фильмы. Благодаря серьезным достижениям в изготовлении прецизионных тест-объектов (негативов оригинала на фотопленке или пластинке) на лабораторию ВУЗОРТ возложена разработка тест-объектов для кинопроекционных и кинокопировальных тест-фильмов изображения. В последние годы лаборатория разрабатывает и производит телевизионные тест-фильмы и диапозитивы по заказам советского телевидения. В настоящее время лаборатория выпускает большой ассортимент тест-фильмов изображения и различных испытательных таблиц для кинематографии и телевидения. Основные виды продукции лаборатории приведены в таблице.

Лаборатория выпускает также радиальные и штриховые миры для контроля киносъемочной аппаратуры, выполняет специальные заказы.

Основную часть тест-фильмов для кинематографии составляют 16- и 35-мм универсальные и специализированные (для проверки одного параметра) фильмы для контроля и регулировки кинопроекционной аппаратуры по основным параметрам изображения. В число специализированных входят тест-фильмы для проверки тяги обтюра-

тора, устойчивости изображения, разрешающей способности и фокусирования объектива. Большинство потребителей предпочитает использовать более современные универсальные тест-фильмы, в связи с чем выпуск специализированных фильмов, разработанных более 15 лет назад, сократился.

Кроме кинопроекционных выпускаются оригинальные 16- и 35-мм фильмы с тонкими шкалами для определения положения и размеров кадрового окна в съемочных камерах и прецизионные тест-фильмы для определения разрешающей способности при печати [1].

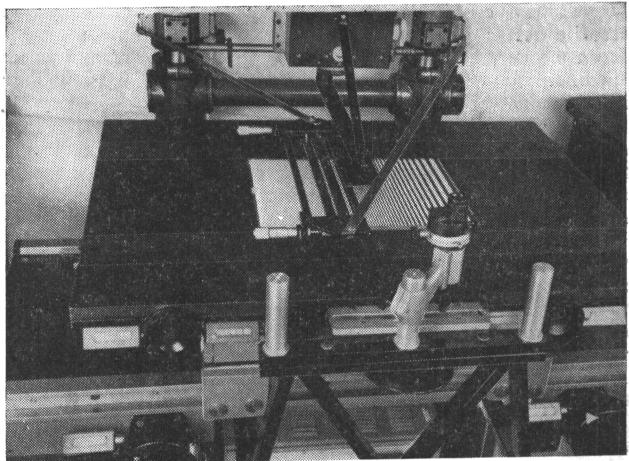
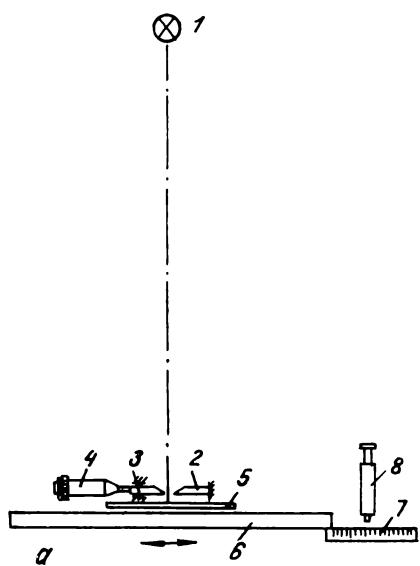
Начавшие в 60-х годах разработка и производство телевизионных тест-фильмов, диапозитивов и испытательных таблиц быстро развивались под влиянием роста потребностей телевидения. Именно эта продукция, предназначенная для контроля и регулировки передающих устройств телекино- и теледиапроекторов, основная для лаборатории.

Между тест-фильмами для кинематографии и для телевидения существует важное принципиальное различие. Большинство тест-фильмов для кинематографии служит для визуальной оценки параметров изображения. Телевизионные тест-фильмы, как правило, являются источником нормированного сигнала, который воспринимается не только визуально, но и может быть измерен на выходе канала. В трактах телекинопроекционной аппаратуры имеются широкие возможности для регулировки параметров воспроизводимого изображения, поэтому к телевизионным тест-фильмам предъявляются повышенные требования, в частности по воспроизводимости и постоянству фотографических свойств изображения.

Используя для изготовления тест-фильмов традиционную технологическую схему, лаборатория существенно усовершенствовала ряд этапов. Например, для осуществления операции изготовления оригиналов испытательных таблиц была создана специальная установка для нанесения линий различной толщины фотографическим или механическим путем, позволяющая выполнять заготовки сложных элементов, например оригиналы штриховых мири (рис. 1) [2]. Неподвижная и подвижная линейки образуют щель, ширина которой может меняться от 0,2 до 15 мм. Положение стола регулируется по стеклянной линейке, наблюдаемой в микроскоп. На установке по заранее подготовленной программе можно создавать оригиналы мири с любой, в том числе с переменной частотой (рис. 2), мири выполняются на фотопластиниках ORWO FU5. Для механического изготовления точных таблиц больших размеров имеется подвижная каретка с рейсфедером (или карандашом). Для вычерчивания применяется специальная бумага на металлической (алюминиевой) основе с минимальной усадкой (листы до 700×1000 мм, производство ЧССР или швейцарской фирмы Praga). Отпечатки мири с негативов, полученных на такой установке, используются при

Применение	Формат, мм							Всего
	фильмы	диапозитивы	таблицы					
Телевидение	38 ¹ 11	39 ¹ 11	20 ¹ —	18 —	18 —	4 —	4 —	141 22
Кинематография								

¹ Один вид — с цветной восьмипольной шкалой.



б

Рис. 1. Фотомеханическая установка для изготовления штриховых миры
а) схема:

1 — источник света; 2 — неподвижная линейка; 3 — подвижная линейка; 4 — микрометрический винт; 5 — фотопластина; 6 — подвижной стол; 7 — стеклянная масштабная линейка; 8 — визирный микроскоп. Максимальный размер фотопластиноок 600×800 мм; длина линий до 400 мм; относительная погрешность миры до 0,1 %
б) основные узлы установки при работе

монтаже оригиналов испытательных таблиц. Для получения просветных тест-объектов применяется горизонтальный фотопропускационный аппарат АНЕ-56 (ГДР) (рис. 3).

Лаборатория успешно решила задачу изготовления кинокопировальных тест-фильмов для проверки разрешающей способности. К этим тест-фильмам предъявляются повышенные требования по равномерности резкости и плотности в пределах кадра. Только при соблюдении этих условий можно судить о плотности контакта пленок в кадровых окнах кинокопировальных аппаратов прерывистой печати или в зоне печатной щели аппаратов непрерывной печати. При изготовлении тест-фильмов традиционным методом

из-за оптических свойств съемочного объектива возникают неизбежные потери резкости и снижение плотности от центра поля изображения к его краям. Для повышения резкости изображения на краях кадра размеры тест-объекта увеличены вдвое относительно обычного 20-кратного.

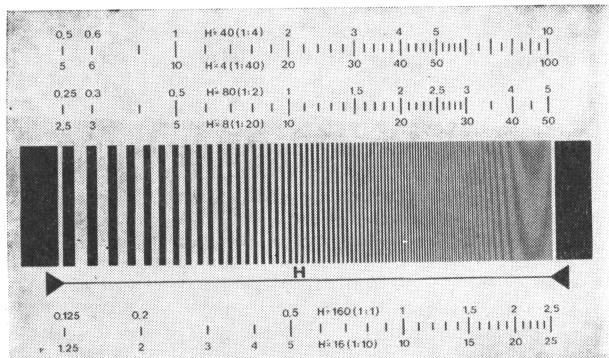


Рис. 2. Мира для определения разрешающей способности объективов кинокамер, фотографических и репродукционных аппаратов. На шкалах указаны частоты в лин/мм для различных масштабов съемки

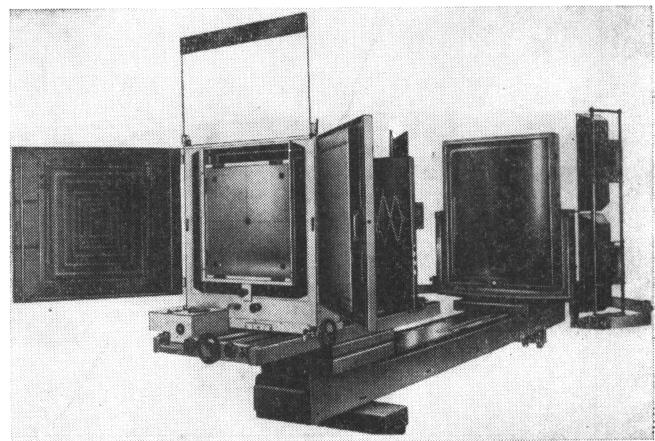


Рис. 3. Горизонтальный фотопропускационный аппарат АНЕ-56. Осветитель — четыре ксеноновые лампы по 2250 Вт. Оригиналодержатель и кассета оснащены вакуумным прижимом. Размеры оригинала на отражение 900×1200 мм, на просвет 600×800 мм. Масштабы съемки: увеличение до 5×, уменьшение до 30×. Камера имеет поворот на 90° для съемки через зеркало (для получения зеркального изображения)

В сочетании с кинопленкой высокого разрешения Kodak Microfile AHU это позволило достичь уверенного разрешения в каждой из 35 штриховых миц, распределенных по всей площади 16- и 35-мм кадров при частотном диапазоне 15—150 лин/мм (рис. 4).

Для достижения постоянной плотности по полю кадра в лаборатории разработан специальный осветитель. Дно прямоугольного корпуса осветителя служит основанием четырехгранной пирамиды, грани которой, как и внутренние поверхности боковых стенок корпуса, выполнены зеркальными. Вдоль вертикальных ребер корпуса перемещаются четыре галогенные лампы накаливания — 150, 250 или 650 Вт, 24 В. Сверху корпус закрыт молочным стеклом, на котором помещаются тест-объекты. Регулируя положение ламп по высоте, можно получить либо равномерную освещенность по всей поверхности молочного стекла, либо плавное возрастание освещенности от центра к краям. Таким образом компенсируются известные угловые потери в съемочном объективе. Этот осветитель используется также при съемке некоторых телевизионных тест-фильмов.

Лаборатория имеет серьезные достижения в производстве и разработке тест-фильмов и диапозитивов для телевидения. Оригинальный метод и установка разработаны в лаборатории для изготовления 11-польного градационного клина, предназначенного для оценки нелинейности амплитудной характеристики телевизионных передающих устройств [3]. Фотографическое получение таких клиньев не обеспечивает необходимых параметров (точного закона изменения и равномерности плотности) из-за потерь, вызываемых негативно-позитивным процессом и разбросом фотографических характеристик кинопленок. Схема установки приведена на рис. 5.

Световой поток, проходя светопровод, становится равномерным и направляется светопроводящим элементом в систему из 11 призм, состоящую из двух блоков. На входе призм установлены регуляторы света, работающие как диафрагмы, а выходные грани призм матированы. Каждая точка входной плоскости призм распределяет световой поток на всю выходную площадь. Благодаря этому регуляторы света обеспечивают равномерность на выходе независимо от размеров и формы освещенной поверхности на входе системы призм. Светофильтры предназначены для грубой регулировки света. Независимая регулировка светового потока в каждом канале дает возможность получить яр-

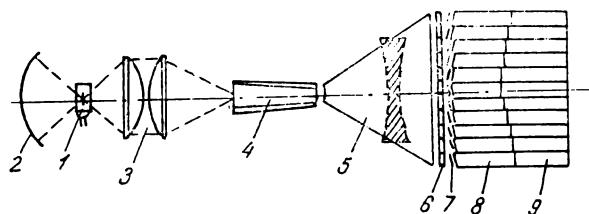


Рис. 5. Схема установки для получения градационных клиньев:

1 — источник света; 2 — отражатель; 3 — конденсор; 4 — светопровод; 5 — светопроводящий элемент; 6 — сменные светофильтры; 7 — регуляторы света; 8, 9 — призмы

костный клин, служащий тест-объектом при неравномерности света по любому полю менее 1 %. Возможность управления светом обеспечивает создание тест-фильмов и диапозитивов на любых пленках с требуемым законом изменения плотностей. Установка может использоваться для непосредственного измерения градационных характеристик передающих и приемных ТВ трубок. Лаборатория выпускает тест-фильмы и диапозитивы с клиньями трех видов.

В универсальной таблице (подобной советской таблице 0249) наряду с высоким контрастом в изображении штриховых элементов и миц должна обеспечиваться точная передача ступеней плотности оптических клиньев. Противоречивые требования, предъявляемые к тест-фильмам с такой таблицей, создают практически непреодолимые препятствия для получения их обычным негативно-позитивным процессом [4]. В связи с этим в лаборатории был разработан и реализован метод, основанный на комбинированной съемке с применением масок (рис. 6) [5, 6]. С негатива таблицы, выполненного в масштабе тест-объекта с оригинала большого размера, копируются три позитива, из которых ретушируя и удаляя соответствующие части изображения получают три маски. На отдельных масках имеются участки с штрихами высоких частот, градационные шкалы и крупные черно-белые детали. Для сохранения размеров маски выполняются на стеклянных фотопластинках. Тест-объект представляет собой три совмещенных негатива, напечатанных с этих масок и помещенных между стеклами.

Способность ТВ трубы воспроизводить мелкие детали изображения с определенным контрастом оценивается по ее частотной или апертурной характеристике, показывающей относительное изменение глубины модуляции сигнала в зависимости от ширины штрихов или частоты сигнала. Для контроля и регулировки этого показателя выпускаются фильмы и диапозитивы с штриховыми мицами. При изготовлении тест-объекта для фильмов и диапозитивов с мицами необходима контрастная коррекция для уменьшения падения контраста с увеличением частоты штрихов, происходящим при съемке [6]. Для этого используются составные тест-объекты на плоских пленках. Составной тест-объект для одного из таких фильмов выполнен на трех пленках, на каждой из которых имеются различные элементы всей таблицы. Съемка тест-фильмов производится в три экспозиции с применением соответствующих масок и сложного фильтра, обеспечивающего оптимальную экспозицию для различных групп частот.

Черно-белые тест-объекты для всех тест-фильмов и диапозитивов выполняются на плоских фотопленках с безусадочной полиэфирной основой (ORWO FU5, Gevaert 081p — штриховые или Gevaert N33p — полутонаевые).

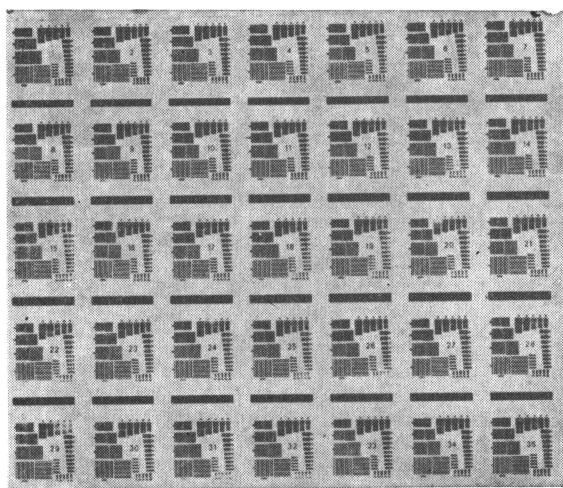


Рис. 4. Изображение кадра 35-мм тест-фильма для проверки разрешающей способности при печати

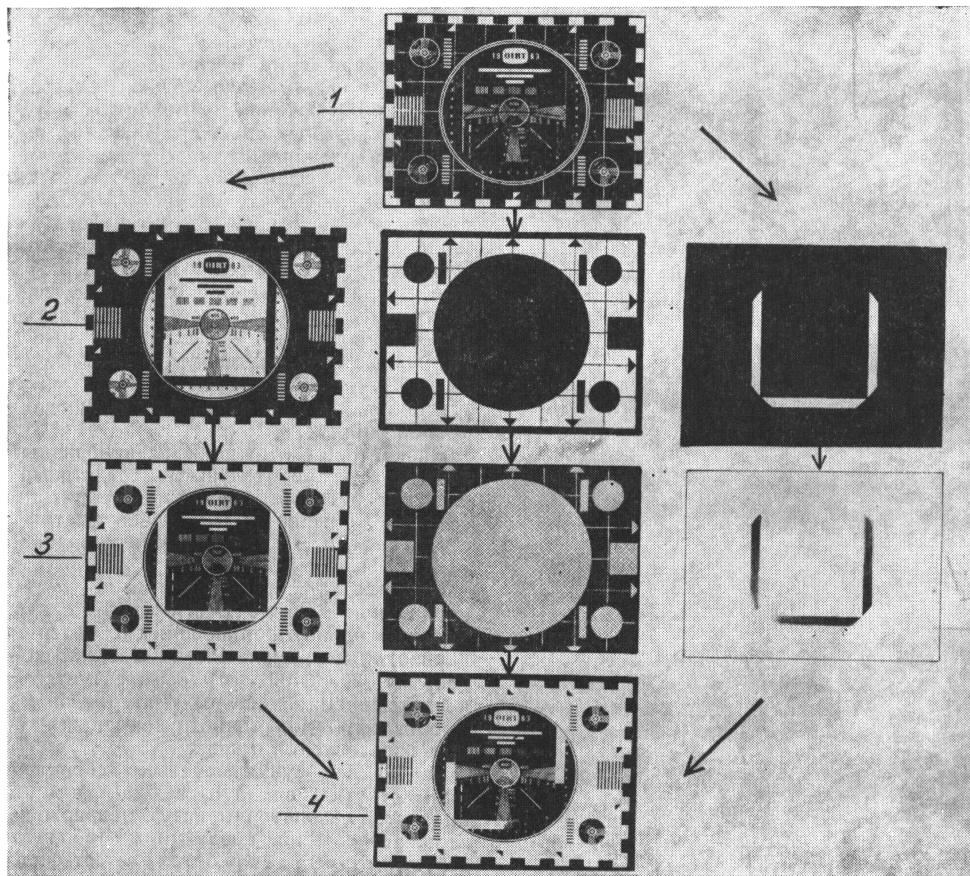


Рис. 6. Схема получения тест-объекта универсальной таблицы:
1 — пленочный негатив таблицы в масштабе тест-объекта; 2 — стеклянные позитивы (части изображения отретушированы и удалены); 3 — контактные пленочные маски; 4 — пленочный тест-объект

Наиболее трудоемкая продукция лаборатории — тест-фильмы и диапозитивы с цветной шкалой (рис. 7). Шкала, предназначенная для визуальной проверки качества цветопередачи, выполняется с соблюдением жестких требований к постоянству яркости и цветности контрольных полос, которые паспортизуются с помощью фотометра Meopta Meodenzi TRD04. Тест-объект шкалы составляется из пленочных светофильтров. При подготовке к съемке корректируют цветовую разбалансировку пленки с помощью общего цветного фильтра перед объективом камеры, необходимой яркости и цветности полос добиваются изменением фильтров тест-объекта. Для съемки цветных фильмов и диапозитивов используется цветная позитивная кинопленка Kodak.

Фильмы снимаются на трех установках (рис. 8) с вертикальными направляющими, по которым перемещается универсальная платформа для закрепления 16- или 35-мм кинокамеры. Для точного размещения изображения испытательной таблицы на пленке площадка стола с тест-объектом имеет перемещения в двух направлениях на ходовых винтах и поворот относительно вертикальной оси.

Лаборатория располагает несколькими кинокамерами: 35-мм — Cinephon, TK-1, KTK-3; 16-мм — Mitchell и 16/35 TK-4. Контргрейферные устройства в этих аппаратах обеспечивают необходимую устойчивость кадра. Аппарат KTK-3 оснащен сменными грейферными механизмами для стандартной и негативной формой перфорации. Пленка с негативной формой перфорации используется

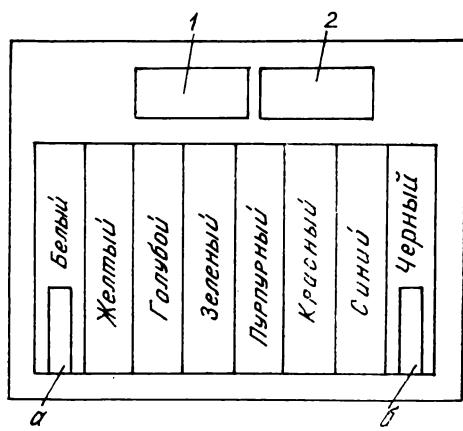


Рис. 7. Схема таблицы с цветной шкалой:
1, 2 — серые плотности; а, б — участки с минимальным визуальным отличием по плотности

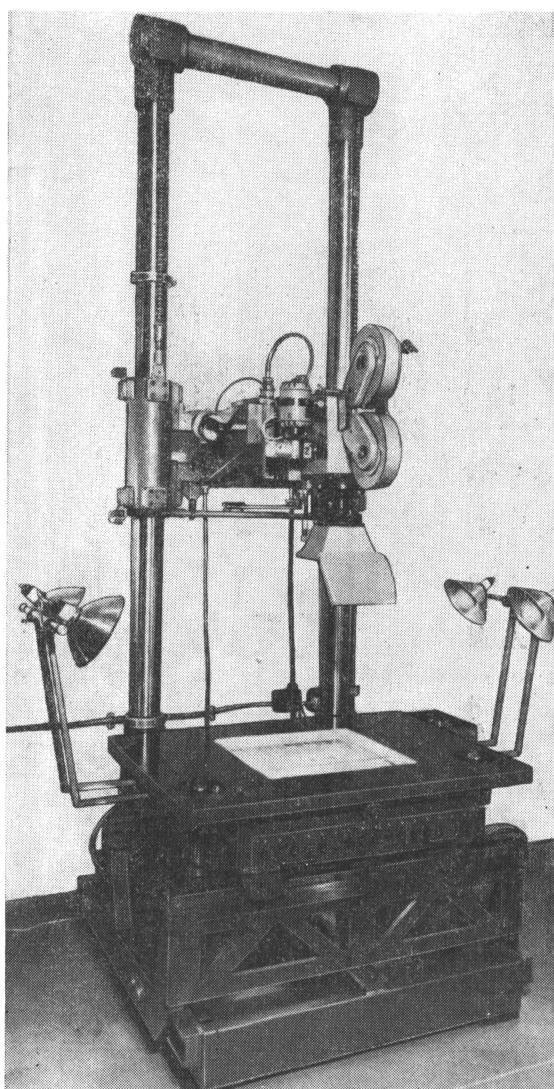


Рис. 8. Установка для съемки тест-фильмов (показана съемка на отражение)

обычно для кинокопировальных тест-фильмов, рассчитанных на проверку аппаратуры с соответствующей формой контргрейферных штифтов. Тест-фильмы, не содержащие штриховые или радиальные миры и градационные шкалы, печатаются с негативов, снимаемых на пленках Kodak Microfile AHU, ORWO DP3. Для печати используются аппараты OZX-2 (35-мм) и OZX-3 (16-мм) и пленка ORWO PF2.

Для удовлетворения потребности телевидения в диапозитивах с испытательными таблицами лаборатория пере-

делала 35-мм съемочную камеру Синерфон на шаг кадра в 8 перфораций (переделка камеры заключалась в изменении скорости вращения и светового выреза обтюратора так, чтобы при каждом двух ходах грейфера происходило одно открытие обтюратора), разработала устройство для скрепления стеклянных пластин 50×50 мм, между которыми помещается пленочный диапозитив, герметизирующей липкой лентой и освоила метод получения диапозитивов большого размера фототравлением. Метод лишен недостатков применявшегося прежде контактного копирования с использованием традиционных фотоматериалов (частицы в слое, следы механических повреждений). Заранее обработанные стекла покрываются слоем серебра и меди и затем в центрифуге покрываются светочувствительным слоем. После копирования неэкспонированные части светочувствительного слоя смываются и затем подвергаются травлению. Полученная таким образом матрица механически устойчива, может подвергаться неоднократной сухой и мокрой чистке.

Лаборатория оснащена разнообразными современными контрольно-измерительными средствами и технологической аппаратурой: для контроля оригиналов используется бумажный черно-белый денситометр Macbeth RD519, а для снятия ЧКХ — модернизированный микрофотометр Zeiss G111.

Кинопленка обрабатывается в универсальной (16/35) проявочной машине Debrle DSCL с зубчатым приводом. Для контактного копирования имеются три вакуумные копировальные рамы. Рама швейцарской фирмы PAWO (формат 300×400 мм) комплектуется устройством для перфорирования листовых материалов и имеет установочные штифты для точного совмещения пленок, например при изготовлении масок.

За 25 лет существования лаборатория тест-фильмов ВУЗОРТ стала одной из ведущих в данной области. Специалисты лаборатории ведут непрерывную работу по совершенствованию продукции. Лаборатория активно участвует в совместных работах по тест-фильмам, проводимых в рамках многостороннего научно-технического сотрудничества стран социалистического содружества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог контрольных фильмов ВУЗОРТ. Kontrolni Televizni a Obrazove Standarty, 1977.
2. Вечеря М. Способы маскирования при экспонировании полуточновых тест-объектов и частотных растров.—Труды XII Конгресса УНИАТЕК, Москва, 1976.
3. Мрачек Ф. Светопроводящие элементы и их применение в кино- и телевизионной технике. Труды XII Конгресса УНИАТЕК, Москва, 1976.
4. Тельнов Н. И., Болотников И. М., Проворов Ф. Ф., Тарасенко Л. Г., Крицикая Р. Я. Испытательный фильм для черно-белого и цветного телевидения.—«Техника кино и телевидения», 1968, № 8, с. 32—41.
5. Вечеря М. Fotografické zpracování televizních zkušebních obrazců.—Jemná mechanika a optika, 1964, IX, Cerv., 197.
6. Вечеря М. Technical Problem in the Production of Black — and — White Test Patterns for Television.—JBKSTS, 1971, 53, № 6, 244.

Реферативный отдел

Съемка и проекция кинофильмов

УДК 778.53:771.531.352

Новая 8-мм кинокамера Fujica, Jap. Camera Trade News, 1979, № 30, № 8, 24, 29.

Дано описание новой японской 8-мм кинокамеры Fujica Single 8ZC1000, улучшенной модели подобного типа (см. рисунок). Основные технические данные:



система со сменными объективами: 10-кратный вариообъектив с $f=7,5-75$ мм, 1 : 1,8; широкоугольный объектив с $f=5,5$ мм (комплектуется по заказу);

видоискатель зеркальный, с указателем в поле видения значения экспозиции и окончания кинопленки;

электродвигатель, питаемый от 4-В батареи;

частота киносъемки 12, 18, 24, 36 и 72 кадр/с и покадровая съемка;

обтюратор с углом открытия до 160°. Регулируется электромагнитным реле плавно и ступенями 160; 0; 80 и 40°; автоматическое экспонирование по методу TTL (через оптику камеры);

возможность синхронной записи звука;

габариты 80×312×120 мм, масса (с объективом) 2 кг. По требованию заказчика кинокамера комплектуется различными принадлежностями. Ил. 1.

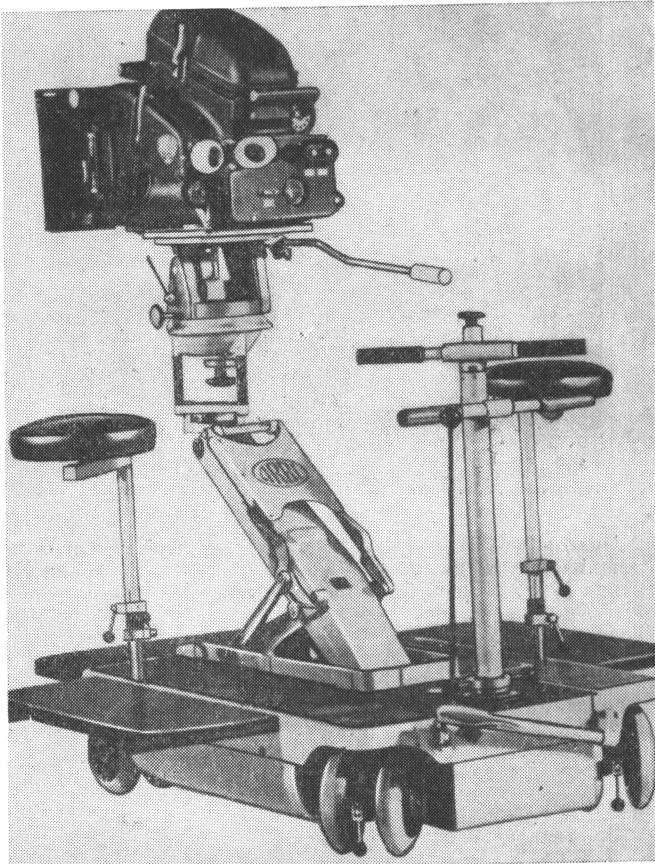
Г. И.

УДК 771.345

Малогабаритная операторская тележка Arri, проспект фирмы, ФРГ.

Приведено краткое описание малогабаритной операторской тележки западногерманской фирмы Arri (см. рисунок).

Тележка Arri полностью независима от внешних источников питания благодаря встроенной гидравлической системе. Движением рычага помпы в течение 2–3 мин устанавливается необходимое давление жидкости в гидравлическом резервуаре, обеспечивающее соответствующую энергию для подъема стрелой киноаппарата на заданный уровень. Емкость резервуара — 5 л масляной жидкости Optimol 50/45, подлежащей замене каждые два года. Рама



шасси покоятся на четырех двойных колесах с мягкими резиновыми шинами. Колеса имеют индивидуальные стопорные замки. Компенсационный механизм в системе управления колесами устранил самоторможение при тугих поворотах. Ил. 1.

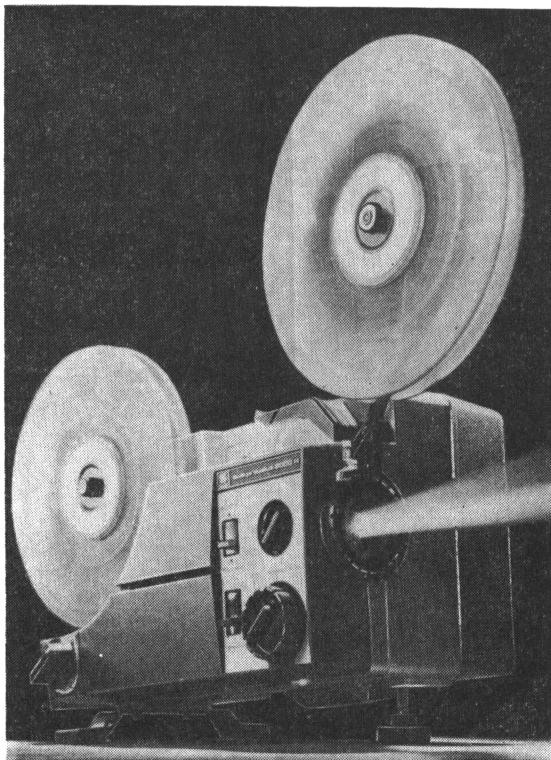
Г. И.

УДК 778.55:771.531.352

8-мм кинопроекторы Sankyo Dualux, проспект фирмы Mayekawa Trading Co., Япония.

Кинопроекторы Sankyo модели 1000 и 2000Н предназначены для проецирования немых кинофильмов формата S8 и обычного.

Модель 1000 (см. рисунок): автоматическая зарядка фильма; регулируемая частота проекции от 14 до 22 кадр/с в прямом и обратном направлениях; покадровая проекция; проекционный вариообъектив с $f=15-25$ мм, 1:1,4; источник света — галогенная лампа накаливания 8 В, 50 Вт с зеркально-конденсорной оптикой; емкость бобин 120 м; электропитание от сети переменного тока 110, 125, 200 и 240 В частотой 50/60 Гц; приводной электродвигатель — серийный; габариты кинопроектора 267×182×153 мм, масса 4,8 кг.



Модель 2000 Н. Отличается от предыдущей модели более мощным источником света — галогеновой лампой накаливания 12 В, 100 Вт, зеркальным интерференционным отражателем и возможностью замедленной проекции от 5 до 7 кадр/с, масса 5,5 кг.

Указанные кинопроекторы комплектуются силовым кабелем, склеечным прессом, 120-м наматывающей бобиной, шпиндельями для бобин форматов S8 и обычного, пылезащитным чехлом и щеткой. Ил. 9.

Г. И.

УДК 791.45

Шестизальный кинотеатр, Rivista Tecnika di Cinematografia, 1979, XXVIII, Fasc. 1/2, 18.
Приведены краткие сведения о кинотеатральном комп-

лексе ABC... Park Valencia (Испания), состоящем из шести зрительных залов, расположенных параллельно на трех уровнях. На рисунке показана схема продольного разреза одной из сторон трех залов. Общее количество зрительных мест всех залов — 3600. Большое фойе, отделанное мрамором, общее для всех залов.

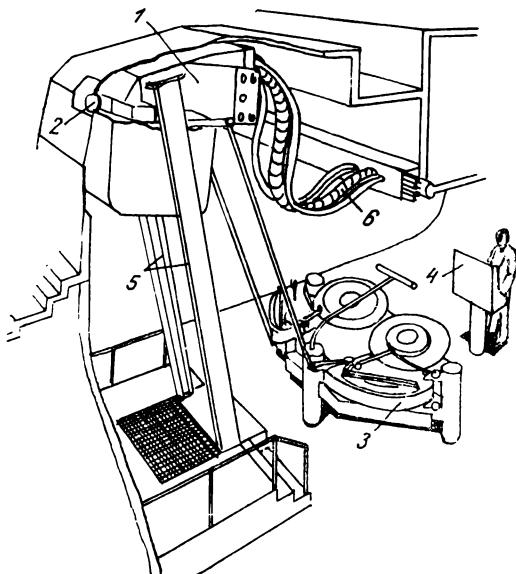
Шесть киноаппаратных оборудованы системой автоматики кинопоказа. Кинопроекторы итальянской фирмы Cinetecknika оснащены ксеноновыми фонарями различной мощности: 4 фонаря Zenith X6500 для двух больших зрительных залов; 8 фонарей Zenith X2001Н для остальных четырех. Звукоспроизводящая система во всех зрительных залах осуществлена транзисторными усилителями C/100РТ.2А. Ил. 1.

Г. И.

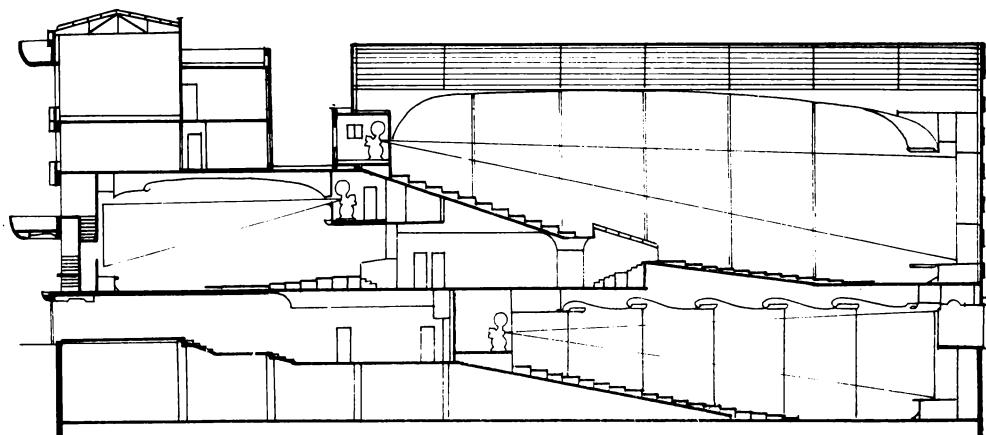
УДК 778.534.16

Система Optimax, Aldred J. BKSTS Journ., 1979, 61, № 6, 255.

70-мм система кинематографа Imax с горизонтальным движением кинофильма и кинокадром сверхбольших раз-



меров (шаг кадра 15 перфораций, площадь в 10 раз превосходит 35-мм кинокадр) получила распространение в США,



Канаде и Японии, где к 1979 г. было открыто 10 кинотеатров вместимостью 330—1000 зрителей. Проектируется создание новых кинотеатров с меньшей и с большей вместимостью.

Применение полизифирной основы позволило значительно увеличить срок службы фильмокопий, что важно в связи с ее высокой стоимостью, а также недопустимостью обрывов из-за возможной рассинхронизации с отдельной 6-канальной фонограммой на 35-мм магнитной ленте.

Широкоугольный объектив «рыбий глаз» (горизонтальный угол поля изображения 180°, вертикальный 125°) фирмы Leitz позволил на основе системы Imax создать новую систему Optiplex для проекции на куполообразный экран, подобный применяемому в планетариях. Первый кинотеатр для системы Optiplex был открыт в США в 1973 г. и в течение первых четырех лет эксплуатации обслуживал в среднем около полутора миллиона зрителей ежегодно, что значительно превосходило посещаемость

планетария. В настоящее время открыты еще два кинотеатра — в США и Мексике. На рисунке показана схема аппаратной американского кинотеатра — планетария в Детройте: 1 — кинопроектор; 2 — объектив «рыбий глаз»; 3 — магазин для кинофильма; 4 — пульт управления; 5 — штатив кинопроектора; 6 — вытяжка для воздуха.

Бочкообразная дисторсия на кадре, создаваемая объективом, позволяет проецировать изображение без искажений на куполообразный экран диаметром 23,5 м. Оптическая ось направлена по отношению к горизонту вверх на 25°. Верхняя часть изображения находится позади зрителей и видна только при подъеме головы вверх. Во избежание самозасветки куполообразный экран имеет меньший, чем в обычном кинотеатре, коэффициент отражения.

Система Optiplex может использоваться не только как средство развлечения, но и для научных и учебных целей.
Ил. 7.

Л. Т.

Телевидение

УДК 621.397.334.24

Передающие камеры цветного телевидения Mark IX,
Rundfunk. Mitt., 1979, 22, № 5, 276.

Семейство Mark IX объединяет студийную камеру, камеру для крупных передвижных станций и портативную камеру вневедущего вещания. Конструкция камер модульная на 12 печатных платах. Имеются две панели управления — местная и дистанционная со всеми оперативными регулировками. Связь с блоком канала через 900-м кабель диаметром 13 мм; для вневедущего варианта предусмотрен триаксиальный кабель. Считается, что по совокупности заложенных схемных и конструктивных решений камеры Mark IX смогут удовлетворить все требования, которые будут предъявляться к аппаратуре в ближайшие 5—10 лет с учетом перевода записи программ на магнитную ленту и расширения доли вневедущего репортажа.

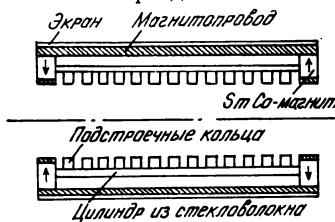
В студийном варианте камеры на 30-мм плюмбиконах установлены оптическая система и базовая плита камеры Mark VIII. Разработаны новые предварительные усилители, источник питания, схема двусторонней связи, добавлен диск со светофильтрами коррекции цветовой температуры. Особое внимание удалено блоку камерного канала, размер и потребление по мощности которого уменьшены вдвое. Предусмотрены следующие автоматические регулировки: совмещение (с помощью встроенного диаскопа и специального диапозитива); балансировка белого (с индикацией на видоскитеle) и балансировка черного; динамическое усиление и установка уровня черного; дифрагмирование и коррекция цветовой температуры. Ил. 5.

И. М

УДК 621.385.832.564.46

Постоянный магнит для секонов, Со е т а п п С. а. о. Symp. Photo-Electronic Image Dev., Герг. Paper, 1978, 185.

Постоянным магнитом заменена фокусирующая катушка для 70-мм секонов. Система магнитов из сплава кобальт-самарий, обладая повышенной стойкостью к внешним воздействиям (температура, удары, вибрация), обеспечивает соответственно повышенную долговременную стабильность фокусировки (уход поля не более 1 % за год) в малокадровой телекамере для космической астрономии.



Продольное поле интенсивностью 75 Гс на оси секона создают двумя кольцами из радиальных CoSm-магнитов, расположенных внутри сплошного цилиндрического магнитопровода на его концах (см. рис.). Между магнитами размещены подстроечные кольца из магнитомягкого материала; изменяя при настройке камеры размеры колец и расстояния между ними, они осуществляют тонкую подгонку фокусирующего поля в секоне. Аксиальная нерав-

номерность фокусирующего поля 1,5 %, радиальная 2 %, круговая <0,5 %, не считая местных искажений, вносимых магнитными деталями самой трубки. Система экранирована, причем эффективность экранировки в аксиальном направлении не хуже 3:1 (на оси), в поперечном 20:1.

Благодаря очевидному уменьшению тепловыделения в системе избыточный нагрев секона не превышает 5° вместо 15° в магнитных системах с катушкой. Отмечено улучшение качества фокусировки и возрастание модуляции сигнала с мелкими деталями с 50 до 80%. Масса системы с постоянным магнитом около 9 кг, а длина на 90 мм больше обычной из-за необходимости более глубокого «утопления» трубы. Разрабатывается облегченный вариант системы с профильным магнитным шунтом для подстройки фокусировки вместо колец. Ил. 11, список лит. 13.

И. М.

УДК 621.396.6

Передающая ТВ фотоматрица с широким интервалом спектральной чувствительности, Kelsall T. Appl. Optics, 1979, 18, № 13, 2085.

Спектральный интервал чувствительности фотоматриц с освещением через подложку (фирмы Texas Instr.) расширен на УФ область. Применен метод преобразования входного УФ излучения в видимое, позволяющий оставить практически без изменений устройство самой матрицы. Преобразование спектра осуществляется специально подобранный органический фотолюминофор, наносимый тонким слоем на светоприемную сторону матрицы. Коротковолновое излучение 100—400 нм возбуждает в фотолюминофоре свечение зеленого цвета (520 нм), уже непосредственно воздействующее на кремниевый фотослой.

Проверка эффективности преобразования проведена на малоэлементных фрагментах фотоматрицы 800×800 элементов, предназначенный для орбитального ТВ телескопа. Площадь элемента была 15 мкм², толщина подложки 8 мкм. Получена 10%-ная квантовая эффективность на волне 100 нм при сохранении прежних ее значений на 600 нм (70%) и 1100 нм (4%). При полной информационной емкости элемента прибора 5·10⁶ электрон, уровень темнового тока менее 0,1 электрон/с на элемент среднеквадратичное значение шума в полосе 32 кГц эквивалентно 15 электронам, т. е. избыточные шумы от преобразования спектра отсутствуют. Эффективность межэлементного переноса 0,99995 подтверждает полную безынерционность преобразования спектра. Ограничивающий фактор применения — долговременная стабильность фотолюминофора. Список лит. 7.

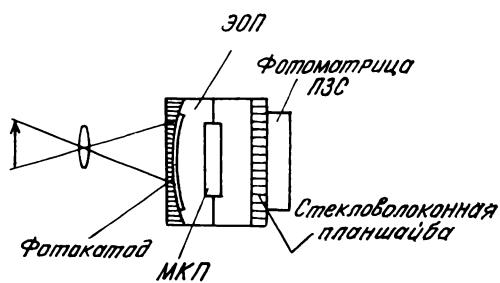
И. М.

УДК 621.396.6:181.48

Высокочувствительный передающий прибор с самосканированием, Elektronik, 1979, № 3, 85.

Конструктивно-технологические трудности реализации передающих фотоматриц с чисто электронным докоммутиационным усилением изображения вызвали к жизни компромиссный вариант высокочувствительных приборов — на основе модульного соединения ЭОП и светочувствительной ПЗС-матрицы.

Устройство сочененного прибора с электронно-оптическим усилением и самосканированием разрабатывается фирмой IIT (рис.). Соединение осуществляют через стекловолоконную планшайбу в экранном узле ЭОП; необходимость в специальной конструкции матрицы и утоньшение ее центральной части отпадает и применима любая из существующих фотоматриц и с покадровым и с межстолбцовыми переносом. Чтобы обеспечить требуемое электронно-оптическое усиление (не менее 1000 по яркости, чтобы превзойти шумы темнового тока в матрице), использован однокамерный ЭОП второго поколения с промежуточной микроканальной пластиной между фотокатодом и экраном.



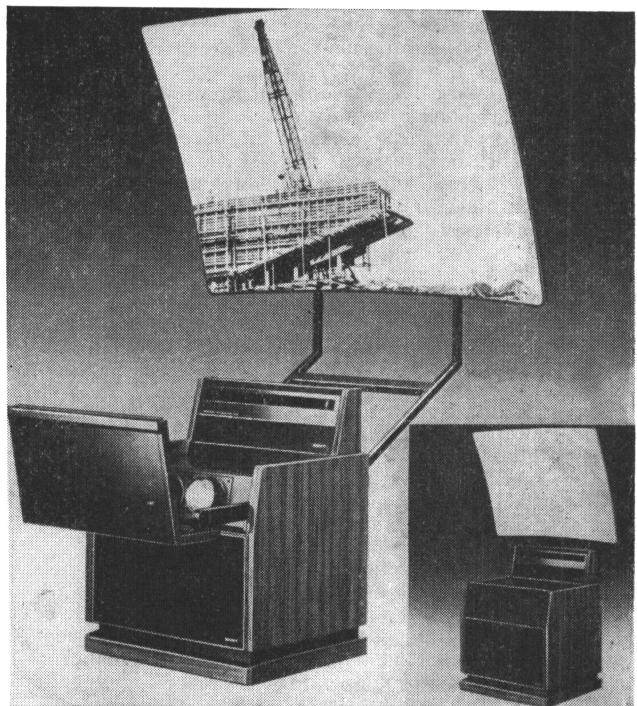
Сконструировано три варианта прибора с разным размером изображения: F4130 (\varnothing 18 мм), F4131 (\varnothing 25 мм) и F4132 (\varnothing 40 мм). При разрешении, незначительно отличающемся от определяемого числом светочувствительных элементов фотоматрицы на выходе прибора, ожидают достижения чувствительности 10^{-4} — 10^{-3} лк. Такие параметры позволят малогабаритному сочененному прибору конкурировать с передающими трубками типа суперкрепикон. Ил. 2.

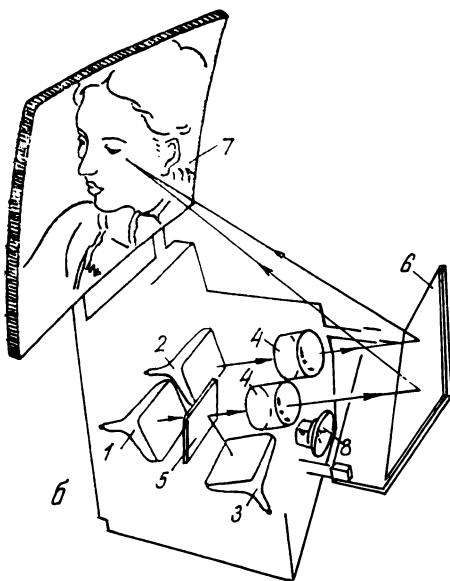
И. М.

УДК 621.397.62:535.88

Цветные проекционные телевизоры, проспект фирмы Sony (на русском языке).

Дано описание новых цветных проекционных телевизоров Sony KP-7210PS и KP-5010PS с диагональю экрана соответственно 183 и 127 см (рис. а). Указанные телевизоры (см. рис. б) включают три 200-мм цветных кинескопа High Bright (высокая яркость) и два проекционных объектива большого диаметра с $f=170$ мм, 1 : 1, 6; 1 — «красный» кинескоп; 2 — «зеленый» кинескоп; 3 — «синий» кинескоп; 4 — проекционные объективы; 5 — дихроичное





(интерференционное) зеркало; 6 — отражательное зеркало; 7 — проекционный экран; 8—5-Вт громкоговоритель. Применение двухобъективной системы вместо трехобъективной позволяет упростить оптическую схему цветной телепроекции.

Важная особенность проекционных телевизоров — высокая яркость телевизионного изображения (по белому пикчу) $200 \text{ кд}/\text{м}^2$ для аппарата КР-5010PS и $100 \text{ кд}/\text{м}^2$ для КР-7210PS, а также его безыскаженность. Экран имеет защитное покрытие предохраняющее от следов прикосновения пальцев.

К телевизорам можно подключать телекамеры и аппараты видеозаписи, возможна передача кинофильмов. Они имеют составную конструкцию, что облегчает их переноску и быструю сборку.

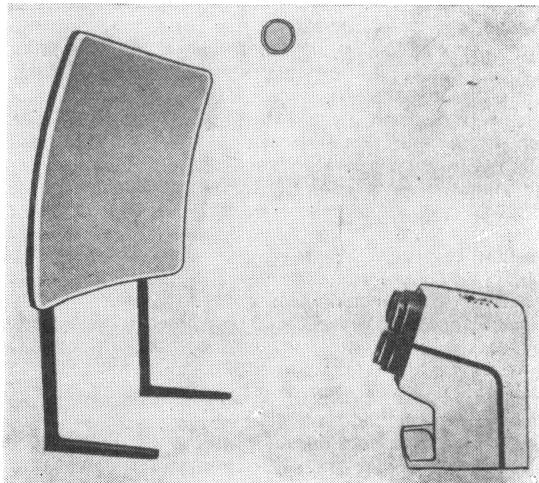
Габариты: КР-7210PS — $2299 \times 1510 \times 1222$ мм, масса 110 кг; КР-5010PS — $1746 \times 1054 \times 618$ мм, 99,5 кг. Питание от сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 240 В частотой 50/60 Гц. Потребляемая мощность каждого телевизора 240 Вт. Аппараты комплектуются кабелем для подключения к электросети. Ил. 2.

Г. И.

ТВ видеопроектор с большим экраном, проспект фирмы Thomson-CSF.

ТВ видеопроектор Videobeam Advent предназначен для воспроизведения ТВ передач по цветному стан-

дарту Франции SECAM (625 строк). Трехтрубочное устройство проецирует изображение на экран с диагональю 2,20 м. В качестве датчиков видеосигнала также могут быть использованы видеомагнитофоны, в том числе кассетные, работающие во всех известных стандартах: SECAM,



PAL, NTSC. Прибор удобен в эксплуатации и может быть использован в системах промышленного телевидения, в учебных целях, для развлечений, в быту.

Л. Ч.

УДК 621.397.132

Цифровое кодирование сигналов составляющих цветного телевидения, Ptacek F. Slaboproudý obzor, 1979, 40, № 6, 266.

Свойства цифровой передачи составляющих сигнала цветного ТВ с помощью преобразования Уолша-Адамара и S-преобразования анализируются на основе реальных ТВ изображений и моделирования на ЭВМ. Приведены результаты исследования статистических характеристик преобразования данных, способов их спектральной фильтрации и стратегии квантования для обоих методов преобразования и практически реализуемых форматов подобластей (4×8 , 4×16 и 4×32 элемента). Проведено сравнение декорреляционных свойств обоих методов преобразования и теоретически объяснена сбалансированность преобразования Уолша-Адамара и S-преобразования для малых форматов подобластей. Табл. 3, ил. 12, список лит. 19.

Я. Б.

Кинопленка и ее фотографическая обработка

УДК 771.534

Развитие фотографической чувствительности от начала существования фотографических систем до наших дней, Vogel R., Schröter Ch. Bild und Ton, 1979, 32, № 6, 165—171.

Дается представление о теории скрытого изображения и фотографической чувствительности, описано ее формирование в процессе изготовления фотографической эмульсии и роль отдельных стадий синтеза. Кратко рассмотрены основы сенситометрии, градационные характеристики фотографических материалов. Описаны существующие си-

стемы выражения светочувствительности S и их соотношение. Излагается история постепенного наращивания S светочувствительных материалов, начиная с дагерротипии и вплоть до различных современных черно-белых и цветных материалов, требующих продолжительности экспонирования от 10—30 мин (ранние материалы) до долей секунды (современные материалы). В конце сообщения расшифровываются использованные термины. Табл. 5, ил. 3.

Ц. А.

УДК 771.531.35:778.6 (520)

Два новых типа цветных кинопленок Fujicolor, Нага-
га M. SMPTE Jourp., 1978, 88, № 7, 469—473.

Рассматриваются характеристики двух новых цветных кинопленок Fujicolor.

Новая пленка отличается от предшествующей меньшей зернистостью и лучшей резкостью, что иллюстрируется рисунком, где показаны средняя квадратичная гранулярность RMS (а) и коэффициент передачи модуляции T_u (б) новой (—) и предшествующей (— — —) пленок. Кроме того, у новой пленки больший цветовой охват и большая фотографическая широта. Хороший цветовой баланс сохраняется в интервале освещенностей от 2 : 1 до 32 : 1.

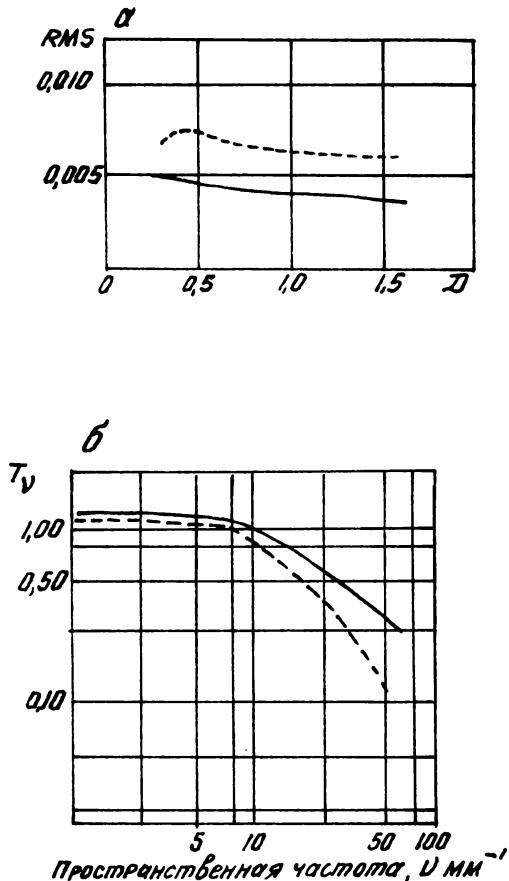
Пленка обрабатывается при повышенной температуре (процесс Fujicolor или Kodak ECN-2 без операций по удалению сажевого противоореольного слоя). Возможно форсированное проявление посредством увеличения продолжительности или температуры, дающее повышение светочувствительности без ухудшения цветового баланса. Даются указания по освещению объектов съемки и по хранению сырой и обработанной пленки.

Цветная позитивная кинопленка Fujicolor Positive HP 8813/8823 рассчитана на обработку по процессам — высокотемпературному Fuji или Kodak ECP-2 без каких-либо изменений. Она отличается от предшествующей 8812/8822 несколько меньшей толщиной эмульсионных слоев (суммарная толщина 12 мкм), слегка смещенной в сторону коротких волн светочувствительностью, контрастом в области больших плотностей несколько меньшим для зелено- и красночувствительного слоев и несколько большим для синечувствительного слоя, лучшей передачей серого и черного. Сохраняемость скрытого и проявленного даже без применения стабилизирующей ванны изображения такая же, как у предшествующей пленки.

такой же, как у предшествующей пленки.

В достаточно широких пределах пленка мало чувствительна к колебаниям условий обработки: допускает расширение допустимых отклонений температуры проявления от ± 1 до $\pm 0,5$, занос в прерывающий раствор до 3 г/л проявляющего вещества СД-2, изменение его pH в пределах 4,7—5,0. Возможно исключение стоп-баннны, но при этом во избежание образования желтых пятен должна быть сокращена промывка после проявления с 40 до 10—20 с и понижен pH первого фиксирующего раствора с 5,8 до 4,5. Табл. 5, ил. 12.

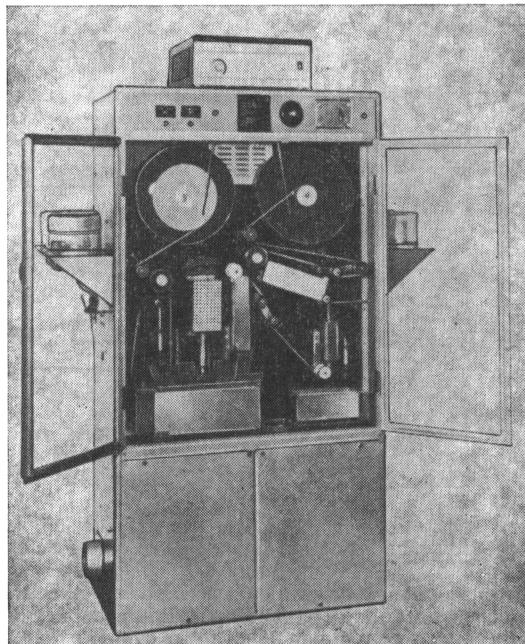
Ц. А.



УДК 791.44.025:778.553.4

Фильмовое оборудование Rigby, BKSTS Journ., 1979,
61, № 6, 220.

Перечислена аппаратура и приспособления, выпускаемые английской фирмой R. Rigby Ltd. Большой интерес



представляет новейшую модель высокоскоростной компактной машины Premier для ультразвуковой очистки и обработки кинофильмов (см. рисунок). Эта фирма также выпускает перематывающие устройства, звукочитающие аппараты и синхронизаторы, склеечные прессы, пластикатные и металлические бобины (сплошные и разъемные), сигнальные и маркировочные устройства. Ил. 1.

Г. И.

УДК 772.16:771.531.25

Фотографический процесс на солях серебра с термическим проявлением. Андреев В. М., Фокин Е. П., Михайлов Ю. И., Болдырев В. В. ЖНиПФК, 1979, 24, вып. 4, 311—316.

Дан обзор по применению термически проявляемых серебряных фотографических материалов (ТС-материалов) в способе записи информации. Рассмотрены тенденции и перспективы развития, области применения и типы выпускаемых за рубежом ТС-материалов, состав фотографических слоев и условия проведения ТС-фотографического процесса, а также некоторые особенности проявления. Фотографический процесс на солях серебра с термическим проявлением имеет ряд несомненных достоинств, которые обусловили его интенсивное развитие в последние годы. Разработка и дальнейшее усовершенствование ТС-фотографического процесса позволили решить ряд актуальных задач современной науки и техники. Табл. 2, список лит. 46.

Н. Л.

УДК 778.19

Фотопечать особоконтрастных негативов на электроннокопировальном приборе и при различных способах модуляции экспозиции. Савров А. М., Гавришев Е. М., Болтов В. В. ЖНиПФК, 1979, 24, вып. 4, 263—272.

Изложены результаты исследования характеристик электроннокопировального прибора (ЭКП), позволяющего наряду с демаскированием проводить фотопечать особоконтрастных негативов с маскированием (выравниванием перепада плотностей крупных деталей негатива) в режимах амплитудной, временной и амплитудно-временной модуляции экспозиции. При использовании временных методов модуляции в ЭКП значительно увеличивается не только коэффициент маскирования, но и в 2—3 раза возрастает производительность прибора. Приведены основные характеристики процесса автоматического маскирования с учетом светорассеяния в оптическом тракте прибора при амплитудном, временному и амплитудно-временному режимах модуляции экспозиции. Ил. 6, список лит. 8.

Н. Л.

УДК 771.531.2:771.534.2

Спектральная чувствительность фотографических бумаг. Гафт С. И., Ивкина Е. Г., Петрушкина З. Л. ЖНиПФК, 1979, 24, вып. 4, 305—306.

Для целенаправленного выбора нужного сорта фотоматериала в зависимости от условий применения (спектральной характеристики источника излучения и его мощности), а также для правильного подбора неактиничного освещения при производстве и обработке необходимо знать спектральную чувствительность материала, в частности фотоматериала на непрозрачной основе.

Выполнены количественные определения спектральной чувствительности почти всего ассортимента отечественных

фотобумаг. Приведены кривые спектральной чувствительности фотобумаг общего назначения и технических фотографических бумаг. Ил. 2, список лит. 6.

Н. Л.

УДК 77.021.55

Новое защитное покрытие для кинофотопленок. Атег. Cinematogr., 1979, 60, № 7, 691.

Фирма 3М (США) с целью увеличения срока службы кинофотопленок вводит новое бесцветное и эластичное покрытие Photogard. Покрытие предохраняет от царапин, статического электричества, скручивания, грязи, трещин и может быть нанесено на кино- и фотопленки (негативные и позитивные), а также на цветную фотобумагу, что уменьшает выцветание красителей от ультрафиолетовых лучей. В кинолабораторной практике покрытие целесообразно для нанесения на 70-, 35-, 16-мм и формата S8 фильмокопии и контратипы. Покрытие рекомендуется также для микрофильмов, фотографий, кинофотоматериалов архивного хранения, а также для применения в полиграфии.

Покрытие наносится с обеих сторон кинопленки, для чего разработано специальное оборудование. Аппарат для нанесения покрытия содержит также устройства предварительной очистки кинопленки и снятия электрического заряда. Испытания, проведенные в 1978 г. на 35-мм фильмокопиях, показали, что после 200 сеансов они были свободны от царапин, пыли и загрязнений и пригодны для дальнейшей эксплуатации в отличие от фильмокопий без покрытия. Ил. 4.

Л. Т.

УДК 771.4:778.588

Оборудование для лабораторий обработки и печати кинофильмов. SMPTE Journ., 1979, 88, № 9, 692.

Фирма Lab. Methods Corp. выпустила два новых устройства для лабораторий обработки и печати кинофильмов.

Автоматизированный кольцевой магазин исходного материала для использования в качестве приставки к кинокопировальным аппаратам непрерывной печати. Максимальная скорость движения пленки выше 457 м/мин обеспечивается электронным управлением привода. Продольно-направляющие ролики на четырех валах смонтированы на двух каретках. Верхние валы имеют индивидуальные электродвигатели, скорость которых автоматически регулируется датчиками. Малая масса пропиленовых роликов «мягкого касания» в сочетании с низкоинерционными электродвигателями придают устройству необходимую надежность в переходных режимах пуска и остановки. Модульная конструкция предусматривает возможность одновременного применения нескольких магазинов с одним кинокопировальным аппаратом. Емкость каждого модуля для 16-мм пленки до 366 м, для 35-мм пленки до 152 м. Перестройка магазина на нужный формат занимает несколько минут. Масса модуля около 125 кг, габариты 889×838×2006 мм.

Кинопроектор, разработанный в нескольких модификациях и предназначенный для контроля кинофильмов непосредственно на проявиочной машине или в отдельном помещении. Базовая модель кинопроектора (Film FacitTM) оснащена оптическим компенсатором с 24-гранной призмой и может применяться для фильмов всех форматов от 8-до 35-мм. Отсутствие филькового канала устраниет опасность нанесения царапин и позволяет проецировать на экран звуковую дорожку и пефографии. Кинопроектор может работать со скоростями 0—480 кадр/с в прямом или обратном направлении.

Е. Н.

Оптика и светотехника

УДК 535.31:771.35

Успехи и проблемы в разработке оптики, Гофман Х., Поль Г. Иенское обозрение, 1978, 23, № 3, 109—117.

Реализация отображения объекта в пространстве изображений является одной из важнейших задач оптики. Рассмотрены автоматическая коррекция оптических систем с помощью ЭВМ; разработка высококачественных объективов; технологические проблемы. Ил. 10, список лит. 22.

Г. И.

УДК 628.971.7:725.893

Критерии освещения стадионов при передачах цветного телевидения и методы их обеспечения при проектировании путем расчета на ЭВМ, Митин А. И., Царьков В. М., Шахаруяница Г. Р., Клюев С. А. Светотехника, 1979, № 9, 2—5.

Приведены количественные и качественные критерии освещения стадионов. Оптимизирующие программы применены при расчетах на ЭВМ систем освещения крупных стадионов для проведения XXII Олимпийских игр. В качестве основных критериев нормирования освещения, регламентация которых обеспечивает высокое качество ТВ передач, приняты: минимальная освещенность на объекте передачи в четырех вертикальных плоскостях, параллельных продольной и поперечной осям спортивной арены стадиона; яркостные контрасты передаваемых объектов и цветопределяющие свойства осветительных установок. Ил. 3, список лит. 5.

Г. И.

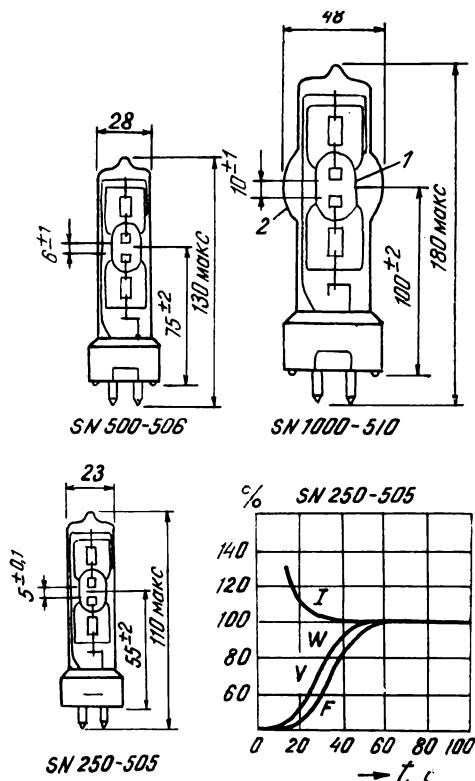
УДК 621.327:621.326:545.15

Преимущества оловогалогенных короткодуговых ламп, проспект фирмы Philips.

Дано описание выпускаемых фирмой Philips газоразрядных короткодуговых оловогалогенных ламп переменного тока, предназначенных для съемки и проекции кино- и диафильмов, а также для всестороннего использования на телевидении и в оптических приборах.

Как указывалось ранее (ТКИТ, 1977, № 7; 1979, № 2, 12), эта лампа — один из вариантов газоразрядной металлогалогенной лампы, в которую введены иодиды или хлориды олова с добавлением индия и лития. Молекулы галогенидов не только носители, но и излучатели, создавая значительную часть квазинепрерывного излучения видимого спектра. Светящееся тело представляет собой короткий цилиндр из дуги с оболочкой из паров SnCl , SnBr , SnJ , яркость которого практически одинакова по всей поверхности и не ограничена горячим пятном между электродами.

Световая отдача ламп находится в пределах от 62 до более 80 лм/Вт и повышается с увеличением мощности ламп (см. табл.).



Оловогалогенные лампы типа SN состоят из горелки 1 — внутренней кварцевой колбы с электродами — и внешней стеклянной колбы 2 (рис.). Там же приведены кривые стабилизации параметров лампы SN 250-505. Оптимальный световой поток устанавливается через 50 с после включения.

Таким образом к преимуществам оловогалогенных ламп следует отнести: питание переменным током сетевого напряжения; пульсация светового потока при питании через обычный дроссель — менее 15%; отличная цветопередача; высокая световая отдача; возможность изготовления ламп с цветовой температурой 3000—6000 К; большой срок службы, при этом снижение цветовой температуры не превышает 100 К; возможность установки ламп в любом положении с необязательным принудительным охлаждением; малое тепловое рассеяние в связи с незначительным излучением в инфракрасной области спектра. Ил. 7.

Г. И.

УДК 681.4.072

Измерительная аппаратура и приспособления для проверки и юстировки кинокамер и оптики, Коласа А. Kinotechnik (ПНР), 1979, 32, № 3, 4.

Комплект измерительной аппаратуры разработан в FOBR-Techfilm (ПНР) и предназначен для юстировки и контроля профессиональных 35- и 16-мм камер и оптики для них. В комплект входит специальная оптическая скамья LO, рассчитанная на установку камер разного типа, измерительных приборов и приспособлений, на которой производится контроль установки объективов в гнездах камер, в т. ч. объективов с переменным фокусным расстоянием, измерение опорных расстояний с точностью до 0,005 мм, юстировка и контроль шкал расстояний и т. п. Длина оптической скамьи 1200 мм, масса около 80 кг.

Комплект включает четыре автоколлиматора AW, отличающиеся фокусными расстояниями объективов (122, 300, 600 и 1000 мм) и позволяющие юстировать на камерах объ-

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Сила тока, А	Световой поток, лм	Цветовая температура, К	Срок службы, ч	Индекс цветопередачи, Ra
SN 250-505	240	90	3,5	15 000	5500	1000	90
SN 500-506	500	90	7	33 000	5500	1000	90
SN 1000-510	920	90	11	75 000	5500	1000	90

ективы с $f=15-250$ мм. Для контроля шкал расстояний в комплект входят автоколлиматоры с подвижными объективами: с $f=122$ мм (предел шкал расстояний от 0,45 м до бесконечности у объективов 12—30 мм) и с $f=300$ мм (предел шкал расстояний от 1 м до бесконечности у объективов 31—250 мм).

Для регулировки и контроля фрикционов наматывателей в кассетах камер разного типа разработана серия из четырех динамометров PN. Прибор PDI для измерения стабильности изображения в 16- и 35-мм камерах работает по известному способу съемки клина в две экспозиции и обеспечивает измерение нестабильности в пределах 0—0,03 мм с точностью около 0,002 мм.

Для контроля резкости и ее равномерности по полю изображения предусмотрена освещаемая на просвет таблица, имеющая девять радиусных тестов и шесть стрелочных метод для проверки параллакса видоискателя. Рабочая поверхность тест-таблицы 660×480 мм, общие размеры $802 \times 850 \times 336$ мм.

Для проверки качества киносъемочных объективов особенно важна возможность получения ЧКХ объектива непосредственно в условиях эксплуатации. На основе созданного ранее анализатора FPK разработан новый оптико-электронный анализатор ОЕА, специально предназначенный для киностудий и позволяющий не только получать ЧКХ в широком диапазоне пространственных частот, но и измерять сдвиг плоскости изображения при изменении диафрагмы (или при изменении фокусного расстояния у объектива с переменным фокусным расстоянием), проверять шкалы расстояний, измерять кривизну поля и т. п. Анализатор ОЕА имеет коллиматор с объективом 600 мм; азимутальный поворот барабана с тестом 0—90°; перемещение анализирующей головки в двух взаимно перпендикулярных направлениях в пределах 25 мм при величине одного деления микрометрического винта 0,01 мм; длина основания 1200 мм; масса анализатора (без электронного блока) около 40 кг.

В комплект аппаратуры контроля входят также диапроектор МР для субъективного контроля резкости изображения и ее равномерности, даваемых киносъемочными объективами всех типов, прибор SWO для измерения спектрального пропускания оптики и контроля величины эффективных относительных отверстий. Прибор смонтирован на оптической скамье длиной 1200 мм и имеет осветитель с ксеноновой лампой 450 Вт, самоцентрирующийся захват для объективов и фотоэлектрическую измерительную головку. Спектральная чувствительность 380—720 нм. Ил. 19.

Я. Б.

УДК 535.242.2:778.55

Кинопроекционный яркомер, SMPTE Journ., 1979, 88, № 10, 746.

Новый яркомер фирмы Minolta Camera Co. предназначен для контроля яркости кинопроекционных экранов, элементов табло на светодиодах, катодно-лучевых трубок и т. п. Традиционно для этой фирмы в приборе используется оптика зеркальных фотокамер, фотоприемником является высокочувствительный «голубой» кремниевый фотодиод, применен цифровой измеритель на светодиодах.

После зрения прибора Minolta Lumilance Meter 1° составляет 9° , центральный измеряемый участок поля 1° ; в окуляре наблюдается изображение объектов с увеличением $2,96^{\times}$ и цифровой отсчет измеряемой яркости. Объектив яркомера фокусируется от 1 м до бесконечности. Для более близких расстояний измерения используются насадочные линзы; при этом наименьший размер контролируемого участка 2,4 мм. При контроле прерывистого излучения, например проекционного, электросхема обеспечивает выдачу среднего значения яркости. Электросхема яркомера позволяет производить измерения по двум программам: величины или отношения яркостей (баланса).

У прибора высокая точность ($\pm 4\%$) и широкий диапазон измерений 0,03—300 кд/м² в двух поддиапазонах, высокая точность спектральной коррекции под кривую относительной видности глаза МКО ($\pm 2\%$) и незначительно влияние рассеянного света ($\sim 1,5\%$). Ил. 1.

Г. Ч.

УДК 535.242.2:778.55

Кинопроекционный люксметр, SMPTE Journ., 1979, 88, № 10, 746.

Фирмой Minolta Camera Co. выпущен новый люксметр Minolta ILLuminance Meter с микрокомпьютером для измерения непрерывного или усредненного прерывистого света по трем программам: величины освещенности (в лк или фткд), разностей или отношения освещенностей. Может производиться сравнение с нормированными значениями, хранящимися в памяти прибора.

Фотоприемником является кремниевый фотодиод, соединенный с измерительным блоком кабелем большой длины. Имеются цифровой (на жидких кристаллах) и аналоговый выходы измерителя; его быстродействие может регулироваться и для контроля прерывистого или импульсного излучения. Диапазон измерения 0,01—99,900 лк, точность $\pm 4\%$. Спектральная чувствительность соответствует кривой относительной видности глаза МКО с точностью коррекции $\pm 2\%$.

Г. Ч.

Научно-техническая хроника

Научно-технический семинар «Вопросы повышения качества и надежности студийного и внестудийного оборудования цветного телевидения»

21—23 ноября 1979 г. в Челябинске состоялся Всесоюзный научно-технический семинар «Вопросы повышения качества и надежности студийного и внестудийного оборудования цветного телевидения». Семинар был организован Гостелерадио СССР, Челябинским областным управлением НТОРЭС им. А. С. Попова, Уральским домом научно-технической пропаганды и Челябинским радиотелекентром. В работе семинара приняли участие более 150 ученых и инженеров из 44 городов, представлявших 13 союзных республик.

На семинаре было прочитано два обзорных доклада по основным проблемам развития техники цветного телевидения. Первый доклад Г. Т. Дерибаса (ВНИИТР) был посвящен современному состоянию и перспективам развития цветного телевидения в стране, проблемам повышения качества ТВ вещания, а также расширению технических и творческих возможностей персонала на базе современных достижений телетехники.

Расширение творческих возможностей и повышение производительности труда может быть достигнуто разработкой и внедрением перспективных видов оборудования: репортажных ТВ станций, средств видеожурналистики, систем автоматизированного электронного монтажа видеозаписей, универсальных видеомикшеров, позволяющих формировать сложные комбинированные изображения со спецэффектами и титрами и т. д. Общим направлением развития техники цветного ТВ вещания, обеспечивающим повышение качества изображения, является переход к цифровому телевидению.

Доклад Б. М. Певзнера (ВНИИТ) был посвящен анализу современного состояния технических средств ТВ вещания, научно-техническим проблемам дальнейшего развития техники ТВ вещания, разработке аппаратуры телекентров IV поколения, а также более отдаленным перспективам. В докладе дан глубокий анализ состояния и основных научно-технических проблем современного этапа развития ЦТВ. Особо были затронуты наиболее актуальные вопросы разработки аппаратуры ЦТ IV поколения и дана развернутая перспектива решения главных проблем развития техники телевидения в будущем. Этот доклад вызвал исключительный интерес участников семинара.

Вопросам улучшения схемных и конструктивных решений аппаратуры телекино III поколения был посвящен доклад В. Т. Шабарова (МНИТИ), где были рассмотрены принципы построения телекинопроекционной аппаратуры, впервые разработанной в нашей стране специально для нужд ЦТВ. Основная особенность разработанного телекинопоста — совместная работа с программным цветокорректором, что позволяет передавать кинофильмы с качеством более высоким, чем в исходном киноматериале.

Далее В. Т. Шабаров и Г. В. Жирнова в докладе «Современная аппаратура телекинопроекции и тенденции ее развития» рассмотрели особенности современной аппаратуры телекинопроекции, проблемы внедрения ее на телекентрах страны и основные направления ее развития в ближайшие годы.

Е. М. Кузнецова (МНИТИ) в своем сообщении рассмотрела состояние и тенденции развития аппаратуры электронной цветокоррекции кинофильмов и рассказала о разработанном программном цветокорректоре, его особенностях и преимуществах. Все доклады по проблемам современной телекинопроекции вызвали большой интерес у специалистов радиотелекентров.

Результатам исследования цветовых искажений на выходе передающей камеры цветного телевидения и методами их коррекции был посвящен доклад С. В. Никифорова (ЛЭИС). В докладе А. Я. Дмитриева (НЭИС) рассмотрены результаты исследования цветной ТВ камеры с зональными спектральными характеристиками, позволяющей получить колориметрически точную передачу цветных изображений.

Большая часть докладов и сообщений была посвящена опыту эксплуатации студийного и внестудийного оборудования ЦТВ на радиотелекентрах страны.

Наибольший интерес участников семинара вызвал доклад А. А. Черний об опыте эксплуатации ПТС ЦТ «Магнолия» на Украинском республиканском телекентре, где был приведен анализ качества, надежности и основные недостатки в работе оборудования, выявленные в процессе эксплуатации ПТС ЦТ «Магнолия», в докладе были приведены также замечания творческого персонала.

Одним из интересных докладов специалистов радиотелекентров был доклад В. Г. Распутина (Новосибирский РТЦ), в котором рассказано о разработке матричного цветокорректора для камеры КТ-116М, позволяющего автоматически следить за изменениями цветовой температуры ($T_{ц}$) освещения и осуществлять линейную цветокоррекцию цветоделенных сигналов камеры в диапазоне изменений $T_{ц}$ 2360—10 000 К.

Всего на семинаре было заслушано около 40 докладов и сообщений, представленных 18 организациями и предпринятиями страны.

На заключительном заседании семинара были обсуждены предложения участников и приняты рекомендации, где было отмечено, что за последние годы в развитии цветного телевидения в СССР достигнуты значительные успехи. Полностью переведен на цветное вещание Телевизионный Технический центр в Москве. Цветные передачи создаются на 67 телекентрах страны. Успешно внедряется аппаратура цветного телевидения III поколения.

Актуальнейшим вопросом в настоящее время является вопрос повышения качества ТВ вещания на основе модернизации существующего оборудования цветного телевидения и переоснащения материально-технической базы телекентров аппаратурой цветного телевидения III поколения.

Несмотря на достигнутые успехи ряд актуальных задач развития цветного телевидения в нашей стране решается медленно, в частности для обеспечения качественной передачи цветных киноматериалов необходимо ускорить разработку и выпуск аппаратуры телекино III поколения; ускорить разработку и производство мобильных репортажных средств ТВ вещания;

развернуть работы по созданию портативных комплексов видеожурналистики;

с целью повышения качества ТВ вещания и надежности работы существующего оборудования рассмотреть вопрос о проведении работ по модернизации аппаратуры цветного телевидения II поколения.

В заключение участники семинара выразили пожелание о необходимости периодической организации подобных семинаров ведущих специалистов радиотелекентров с участием представителей научно-исследовательских институтов и заводов-изготовителей.

М. В.

Авторские свидетельства

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

«Устройство для формирования цифрового телевизионного сигнала, содержащее аналогово-цифровой преобразователь, выходами соединенный с соответствующими входами коммутатора, и дифференцирующий блок, выход которого подключен к входу аналогово-цифрового преобразователя, а выход — к двустороннему ограничителю, отличающееся тем, что, с целью сокращения объема формируемого цифрового телевизионного сигнала без ухудшения качества передаваемого изображения, введены инвертор, линия задержки, два элемента И, два селектора полярности, два фильтра нижних частот, два пороговых блока и элемент ИЛИ, причем вход инвертора соединен с выходом двустороннего ограничителя, первыми входами обоих элементов И и с выходом первого селектора полярности, а выход инвертора подключен к входу второго селектора полярности непосредственно, а через линию задержки — к вторым входам элементов И, выходы каждого из которых подключены к двум первым входам элемента ИЛИ, два вторых входа которого через последовательно соединенные пороговые блоки и фильтры нижних частот подключены к выходам селекторов полярности, а выход элемента ИЛИ подключен к управляющему входу коммутатора».

Авт. свид. № 646469, заявка № 2477237/18-09, кл. Н04Р 5/14, приор. от 07.04.77, опубл. 05.02.79.

Заявитель: Всесоюзный заочный электротехнический институт связи.

Авторы: Абрамов А. А., Малыгин В. А., Родов Г. М. и Шерайзин С. М.

УСТРОЙСТВО СОВМЕЩЕНИЯ МАГНИТНОЙ ГОЛОВКИ С ДОРОЖКОЙ ЗАПИСИ

«Устройство совмещения магнитной головки с дорожкой записи, содержащее первый и второй усилители воспроизведения, вход каждого из которых подсоединен соответственно к универсальной магнитной головке и дополнительной магнитной головке, отличающееся тем, что, с целью повышения точности совмещения и помехоустойчивости, введены блок вычитания, последовательно соединенные блок дифференцирования, регулируемый усилитель и исполнительный блок, первый и второй детекторы огибающей, первый и второй ограничители, при этом выход универсальной магнитной головки подсоединен к первому входу блока вычитания через последовательно соединенные первый детектор огибающей и первый ограничитель, а выход дополнительной магнитной головки подсоединен к второму входу блока вычитания через последовательно соединенные второй детектор огибающей и второй ограничитель, при этом выход блока вычитания подсоединен к второму входу регулируемого усилителя, а второй выход детектора огибающей подсоединен к входу блока дифференцирования, при этом исполнительный блок связан с универсальной и дополнительной магнитными головками».

Авт. свид. № 646469, заявка № 2482917/18-09, кл. Н04N 5/78, приор. от 06.05.77, опубл. 05.02.79.

Заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания.

Автор: Репман Г. Г.

УСТРОЙСТВО МИКШИРОВАНИЯ ВИДЕОСИГНАЛОВ

«Устройство микширования видеосигналов, содержащее первый и второй цифровые усилители, на вход которых поданы соответственно первый и второй видеосигналы, датчик кода управления, выход которого соединен с управляющим входом первого цифрового усилителя и через преобразователь кода — с управляющим входом второго цифрового усилителя, сумматор, отличающееся тем, что, с целью увеличения диапазона микширования, введены первый и второй вычитающие усилители, при этом первый вход первого вычитающего усилителя соединен с выходом первого цифрового усилителя, а второй вход — с выходом первого цифрового усилителя, при этом первый вход второго вычитающего усилителя соединен с выходом второго цифрового усилителя, а второй вход — с выходом второго цифрового усилителя, причем первый и второй входы сумматора соединены соответственно с выходом первого и выходом второго вычитающих усилителей».

Авт. свид. № 647885, заявка № 2451624/18-09, кл. Н04N 5/22, приор. от 09.02.77, опубл. 15.02.79.

Заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания.

Авторы: Розвал Я. Б., Шинский М. Д. и Штейнберг А. Л.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

«Фотоэлектрический преобразователь, содержащий последовательно соединенные первый фотоприемник, первый модулятор, усилитель переменного тока и демодулятор, вход управления которого соединен с входом управления первого модулятора с выходом генератора модулирующего напряжения, при этом параллельно входу усилителя переменного тока включена нагрузка, одновременно соединенная с выходом второго модулятора, входом соединенного с вторым фотоприемником, отличающимся тем, что, с целью упрощения устройства путем исключения дифференциального усилителя, генератор модулирующего напряжения другим выходом соединен с входом управления второго модулятора, при этом генератор модулирующего напряжения выполнен парапазным».

Авт. свид. № 647886, заявка № 2163300/18-09, кл. Н04N 5/30, приор. от 23.07.75, опубл. 15.02.79.

Авторы: Прицкер В. И. и Свердличенко В. Д.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ И ПРИЕМА АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

«Устройство для излучения и приема акустических колебаний, содержащее тонкостенный рупор с внешним экраном, заполненный рабочей средой, к основанию которого прикреплены электромеханический преобразователь и присоединенная масса, отличающееся тем, что, с целью повышения чувствительности и коэффициента направленности излучения, масса рупора с рабочей средой выполнена равной присоединенной массе».

Авт. свид. № 618869, заявка № 1935534/18-10, кл. Н04Р 1/34, приор. от 22.08.73, опубл. 05.08.78.

Авторы: Носов В. Н. и Романов В. К.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДСВЕТЫ ДИАПОЗИТИВОВ

«Устройство для подсветы диапозитивов, содержащее источник света и отражающее стекло, отличающееся тем, что, с целью уменьшения размера устройства, одна из поверхностей стекла имеет рассеивающие канавки, а источники света расположены напротив торцов стекла».

Авт. свид. № 619751, заявка № 2405532/24-12, кл. F21V 33/00, приор. от 01.09.76, опубл. 15.08.78.

Автор: Филатов В. С.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОБРАБОТКИ КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ

«Устройство для поддержания температурного режима обработки кинофотоматериалов, содержащее емкость с рабочим раствором, заключенную в оболочку — внешнюю теплоизолирующую и внутреннюю терmostатирующую с температурой обработки кинофотоматериала, и теплоизолирующую крышку, отличающуюся тем, что, с целью сохранения температуры рабочего раствора, в нем внутренняя терmostатирующая оболочка выполнена из вещества кристаллической группы с температурой плавления, равной температуре обработки кинофотоматериала, и размещена между двумя сосудами из полистиэла».

Авт. свид. № 619892, заявка № 2451554/18-10, кл. G 03D 3/06, приор. от 11.02.77, опубл. 15.08.78.

Автор: Данилин В. Н.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ШУМА

«Устройство для поглощения шума, содержащее покрытый звукопоглощающим материалом волновод со сквозным отверстием в корпусе, в котором расположена упругая вставка, отличающаяся тем, что, с целью повышения эффективности поглощения шума, она снабжена соединенными последовательно микрофоном, усилителем, фазофрацатором и электромеханическим преобразователем, причем микрофон расположен внутри волновода, а электромеханический преобразователь механически связан с упругой вставкой».

Авт. свид. № 619952, заявка № 2428360/18-10, кл. G10K 1/36, приор. от 06.12.76, опубл. 15.08.78.

Авторы: Григорян Ф. Е. и Калугин Г. П.

КИНОТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ПРОЕКТОР С ОПТИЧЕСКИМ ВЫРАВНИВАНИЕМ ИЗОБРАЖЕНИЯ

«Кинотелевизионный проектор с оптическим выравниванием изображения, содержащий лентопротяжный механизм с осветителем и вращающимися оптическим выравнивателем, выполненным в виде многогранной призмы, перфорированной маской, установленной между осветителем и вращающимися оптическим выравнивателем, частотный оптический датчик, выход которого соединен с входом частотного демодулятора, передающую телевизионную трубку, оптически связанные через оптический формирователь с вращающимися оптическим выравнивателем, и интегрирующий усилитель, подключенный к выходу управления передающей телевизионной трубки, отличающийся тем, что, с целью повышения вертикальной устойчивости изображения, в него введен дополнительный частотный оптический датчик с дополнительными перфорированной маской и частотным демодулятором и разностным блоком, выход которого подключен к входу интегрирующего усилителя, а входы соединены с выходами упомянутых частотных демодуляторов, причем дополнительный частотный оптический датчик с дополнительной перфорационной маской установлен между вращающимися оптическим выравнивателем и оптическим формирователем».

Авт. свид. № 620032, заявка № 2383803/18-09, кл. Н04N 5/74, приор. от 12.06.76, опубл. 15.08.78.

Авторы: Наумов Б. Т., Ишуткин В. М. и Фридман М. Р.

ЮСТИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

«Юстировочное устройство, преимущественно для киносъемочных объективов, содержащее опору с переходной площадкой, клиновой механизм юстировки и корпус, отличающиеся тем, что с целью упрощения конструкции и повышения надежности юстировки, в верхней горизонтальной плоскости клина выполнен наклонный паз для переходной площадки опоры, подвижной в горизонтальной плоскости».

Авт. свид. № 620924, заявка № 2187554/18-10, кл. G02B 7/02, приор. от 10.11.75, опубл. 25.08.78.

Авторы: Михеев В. Н. и Малиновский В. С.

УДК 778.534.1

Плоскозубчатые ременные передачи в киноаппаратуре. Геллер И. М., Разумов В. С. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 3—9.

Рассмотрена методика расчета плоскозубчатых ременных передач, подтвержденная их опытными и эксплуатационными испытаниями. Даны рекомендации для проектирования, эксплуатации и монтажа таких передач. Табл. 4, ил. 9, список лит. 4.

УДК 778.24:778.534.1

Светопропускающий стереоэкран. Белоусов Б. И., Вишневская Г. А. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 10—12.

Рассмотрены особенности построения светопропускающего радиально-перспективного стереоэкрана. Определены основные условия проекции на экран стереоизображений и их наблюдения. Приведены параметры разработанного стереоэкрана. Перечислены возможные области его применения. Ил. 6, список лит. 6.

УДК 778.554.1

Проекция пространственных изображений на просветный экран с гексагональным растром. Акимакина Л. В., Комар В. Г. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 13—16.

Описываются особенности проекции пространственных изображений (растровых и голограмических) на линзо-растровые экраны гексагональной структуры, обеспечивающие восстановление на экране объемного изображения большой яркости. В воспроизведении изображении отсутствует разрыв аккомодации и конвергенции, обеспечивается достаточно высокая разрешающая способность. Ил. 8, список лит. 8.

УДК 771.351.35:543.062:546.57

Определение наноса галоидного серебра на кинопленках методом потенциометрического титрования. Величко Г. В., Шейнис Е. Г. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 17—22.

Рассмотрены результаты широкого экспериментального опробования трех методов наноса галоидного серебра на кинопленках: цианометрического, Фольгарда и потенциометрического титрования тиомочевиной. Для применения на производстве рекомендован последний метод, имеющий преимущества перед другими по точности, воспроизводимости и продолжительности выполнения. Табл. 2, ил. 2, список лит. 19.

УДК 77.023.415.37

Влияние антигуалирующих веществ на разрешающую способность черно-белой обращаемой кинопленки. Багаева Г. Г., Студенкова Е. В. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 22—24.

Исследовано влияние концентраций бромистого калия и бензотриазола во втором проявителе на разрешающую способность обращаемой кинопленки ОЧ-45. Показано, что большее увеличение (в среднем на 25 %) разрешающей способности происходит при возрастании концентрации бромистого калия. Табл. 1, список лит. 2.

УДК 77.027.3

О возможности многократного использования раствора ферментного препарата Протеназа-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов. Костенко Ю. В., Мышунин И. Ф. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 24—26.

Исследовано влияние AgCl , AgNO_3 , желатины и продуктов ее гидролиза на протеолитическую активность растворов ферментного препарата Протеназа-1. Предложена схема многократного использования ферментного раствора при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов. Табл. 3, ил. 2, список лит. 8.

УДК 791.44.075

Корреляционный метод группировки регионов страны для системы пробного показа новых кинофильмов. Семенов О. Ф. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 31—34.

Изложен метод группировки регионов страны, основанный на исследовании коэффициентов парной корреляции между регионами и последующем объединении регионов, имеющих сильные корреляционные связи. В качестве варьирующего признака выбрано количество зрителей, просмотревших данный фильм за год демонстрации. Табл. 1, ил. 4, список лит. 4.

Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1980 г.

УДК 621.397.132

Точность матрицирования сигналов и верность цветопередачи в ЦТ. Кустарев А. К. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 35—42.

Показано, каким искажениям цветности и яркости приводят неточности реализации элементов матрицы пересчета цветовых координат при аддитивной и мультиплексной ошибках в значениях элементов матрицы. Оцениваются необходимая точность реализации и допустимая степень округления этих элементов. Ил. 9, список лит. 3.

УДК 621.391.837:621.397.132

Оценка четкости и качества цветного изображения с учетом его двумерной структуры. Гофайзен О. В., Епифанов Н. И., Куприянова Г. К., Крыжановская Н. Г. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 42—49.

Предлагаются критерии оценки четкости ТВ изображения, отражающие его двумерную структуру. Экспериментально установлена количественная связь предложенных критериев с субъективной оценкой качества изображения. Табл. 8, ил. 4, список лит. 7.

УДК 621.397.61:681.772.7

Модуляционные характеристики односторонних ТВ систем на приборах с зарядовой связью. Фридман А. Н., Яковлев С. Б. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 49—52.

Рассматриваются односторонние датчики изображения на приборах с зарядовой связью ДИ ПЗС, используемые в ТВ системах с механической разверткой по второй координате. Приводится методика расчета модуляционных характеристик ТВ систем в зависимости от параметров этих датчиков, а также даются рекомендации по выбору оптимальных размеров светочувствительных элементов ДИ ПЗС и параметров односторонних ТВ систем. Ил. 5, список лит. 4.

УДК 621.385.832.564.4

Миниатюрный видикон с электростатической фокусировкой и отклонением электронного луча ЛИ465. Гершберг А. Е., Маркизов А. С. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 52—53.

Приведены основные параметры миниатюрного отечественного видикона ЛИ465. Удельная разрешающая способность, инерционность, чувствительность к световому потоку нового видикона улучшены примерно вдвое по сравнению с серийно выпускаемым электростатическим видиконом ЛИ428. Ил. 2, список лит. 1.

УДК 621.375:621.397.331.222

Защита входного каскада предварительного усилителя ТВ канала. Басс Р. М. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 54—56.

Предлагается для защиты входного каскада ограничивать ток прохода транзистора при помощи R—C цепочки. Рассмотрено влияние защитной цепочки на отношение сигнал/шум и даны рекомендации по выбору параметров цепочки. Ил. 2, список лит. 4.

УДК 621.386.832.5

Аналогово-цифровое устройство стабилизации положения и размеров растра в ТВ трубках. Колбас С. В., Турченков Л. П. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 56—58.

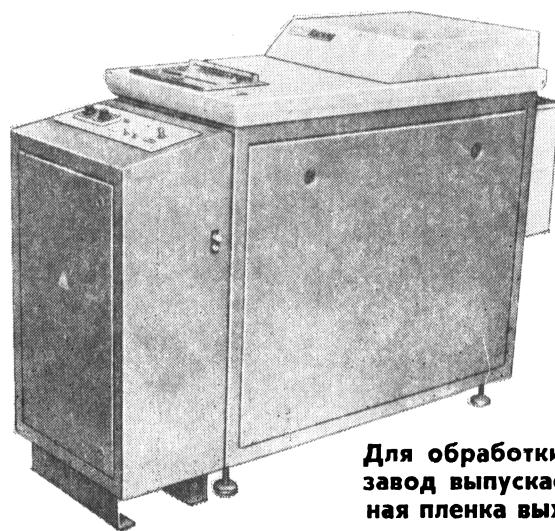
Рассмотрены принцип работы и структурная схема аналого-цифрового устройства положения и размеров растра в ТВ передающих трубках. Ил. 3, список лит. 4.

Технический редактор Л. Тришина

Т-03755 Сдано в набор 17/II-80 г. Подписано к печати 22/II-80 г.
Формат бумаги 84×108¹⁶. Печать высокая 5 п. л. (8,4 усл.)
10,23 уч.-изд. л. Тираж 5780 экз. Заказ 95 Цена 68 коп.

Чеховский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Чехов Московской области

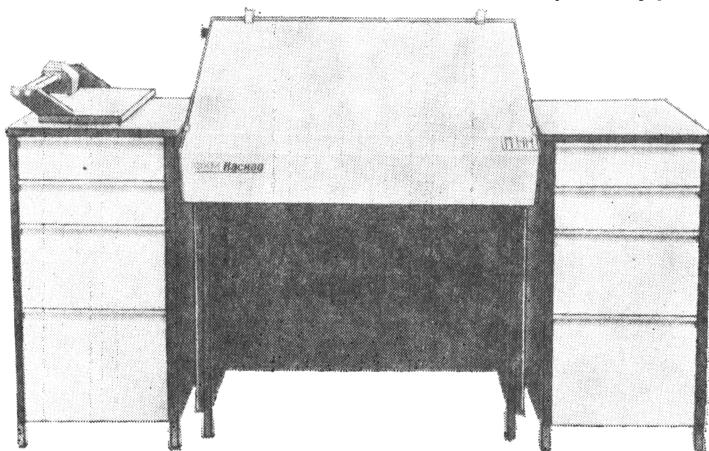
Машины для изготовления титров



Для обработки фотопленки с отснятым текстом завод выпускает установку ФО-25П. Обработанная пленка выходит в сухом виде.

Устройство ФКМ служит для монтажа титров. Оно содержит стол с подсветкой и две тумбы для хранения пленок и вспомогательных материалов. Площадь подсветки и яркость регулируются. Стол устанавливается под любым углом к оператору.

Заводом разработано также устройство для разрезки рулонных фотоматериалов ФОР.



Более подробно с оборудованием можно ознакомиться по проспектам, запросив их по адресу: 197022, Ленинград, наб. реки Карповки, № 5, тел. 234-85-38.

70972



жника Техники кино и телевидения, 1980, № 3, 1—80

Цена 68 коп.