

ТЕХНИКА

КИНО

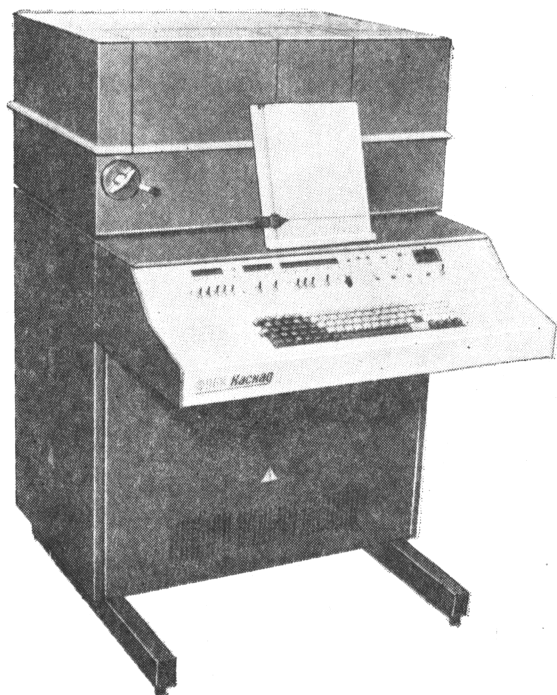
и

Лаборатория

№ 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, растривать 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 проконтролировать 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 стереозэкран 10
 Л. В. Акимкина, В. Г. Комар. Проекция пространственных изображений на просветный экран с гексагональным растром 13
 Г. В. Величко, Е. Г. Шейнис. Определение наноса галоидного серебра на киноплёнках методом потенциометрического титрования 17
 Г. Г. Багаева, Е. В. Студенкова. Влияние антиулизирующих веществ на разрешающую способность черно-белой обрабатываемой киноплёнки 22
 Ю. В. Костенко, И. Ф. Мишунин. О возможности многократного использования раствора ферментного препарата Протеназа-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов 24

Киностудия — кинотеатр

- М. В. Антипин, И. С. Голод. Перспективы развития, совершенствования и внедрения электроники и ТВ средств в технику кинематографии 27

* * *

- 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 однострочных 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. Аналого-цифровое устройство стабилизации положения и размеров раstra 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. 80



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. Андреев, М. В. Антипин, С. А. Бонгард, Г. В. Брауде, М. З. Высоцкий, О. И. Иосин, Г. Л. Ирский, С. И. Катаев, В. В. Коваленко, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, В. В. Макаревич (зам. главного редактора), В. Г. Маковеев, Ю. А. Михеев, С. М. Прохоров, И. А. Росселевич, В. Л. Трусско, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (отв. секретарь), П. В. Шмаков, М. Г. Юдин, Г. З. Юшквичюс

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. Akimkina, 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 OЧ-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 spactators who have seen certain film during the year of its demonstration.

* * *

A. K. Kustarev. Matrixing Accuracy and Television Colour Fidelity

It is shown what kind of chromaticity and brightness distortions are caused by unaccuracy realization of matrix elements of color coordinates recalculation during additive and multiplying mistakes in matrix elements values. The necessary preciseness of realization and the permissible degree of rounding these elements evaluated.

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

The criteria for evaluation of TVi image sharpness showing its two-dimensional structure are proposed. The quantative relationship between the criteria proposed and subjective evaluation of image quality has been experimentally established.

A. N. Fridman, S. B. Yakovlev. Modulation Characteristics of Single-Line TV Systems on Devices with Charge Coupling

Single-line image transmitters on devices with charge coupling ДИПЗС used in TV systems with mechanic scanning over the second coordinates are considered in the paper. The procedure for calculating modulation characteristics of TV systems dependent on the parameters of these transmitters is given; moreover, the recommendations for selecting the optimum sizes of light sensitive elements ДИПЗС and the parameters of single-line TV systems are given.

A. E. Gershberg, A. S. Markizov. Miniature Vidicon with Electrostatic Focusing and Deflection of Electron Beam ЛИ465

The main parameters of miniature home-made vidicon ЛИ465 are given. The specific resolving power, drift, sensitivity to light flux of the new vidicon have been increased approximately by two times comparing with electrostatic vidicon ЛИ428 being in current production.

R. M. Bass. Protection of Input Cascade of the TV Channel Preamplifier

It is suggested to limit current punch of the transistor with the help of the chain for protection of the input cascade. The influence of the protective chain on the ratio signal/noise is discussed and recommendations for the chain parameters choice are given.

S. V. Kolbas, L. P. Turchenkov. Analog-Digital Stabilization Device of Position and Raster Sizes in TV Camera Tubes

The mode of operation and structural scheme of analog-digital device for position and raster sizes in TV camera tubes have been considered.

From Production Experience

G. M. Kim. Exploitation Experience of the Apparatus Complex KZM-24 for Post-Synchronization Recording

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

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

Various image test-films and definition charts for cinematography and television developed in laboratory VUZORT are considered.

ABSTRACTS

SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL NEWS

3

10

13

17

22

24

27

31

35

42

49

52

54

56

59

61

64

69

78

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 металлорежущих 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 коррективов 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 зубчатоременных 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:

$$D_{\text{ш}} = mz_{\text{ш}} - 2\delta - K_0,$$

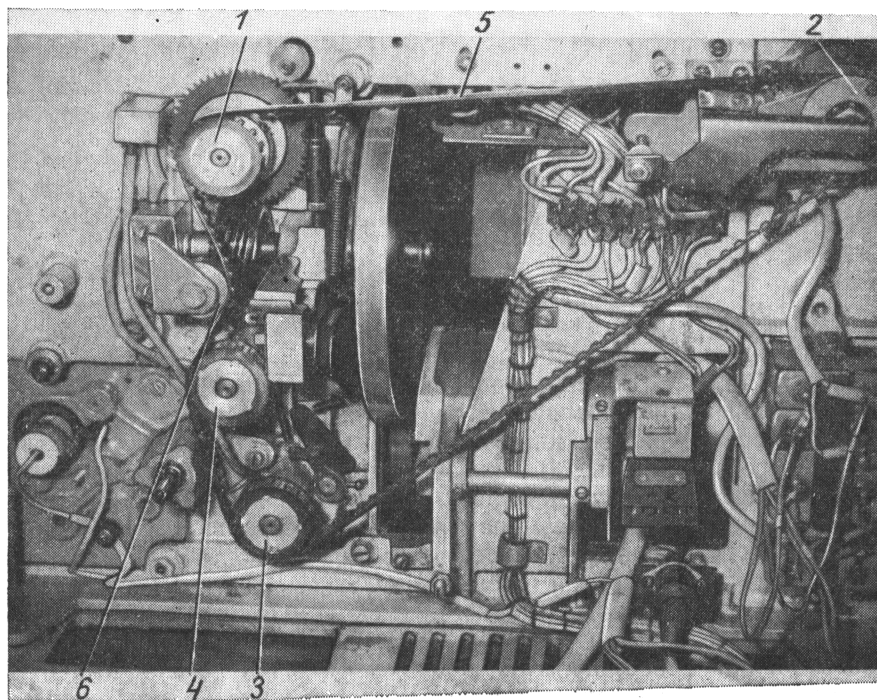


Рис. 1. Механизм 16-мм кинопроектора с плоскозубчатой ременной передачей, проработавшей около 2000 ч: 1, 3, 4 — шкивы с $z_{ш}=16$ и $n=180$ об/мин; 2 — шкив с $z_{ш}=15$ и $n=192$ об/мин; 5 — ремень с $z_p=125$, $m=2$; 6 — натяжной ролик ($\varnothing 32$ мм)

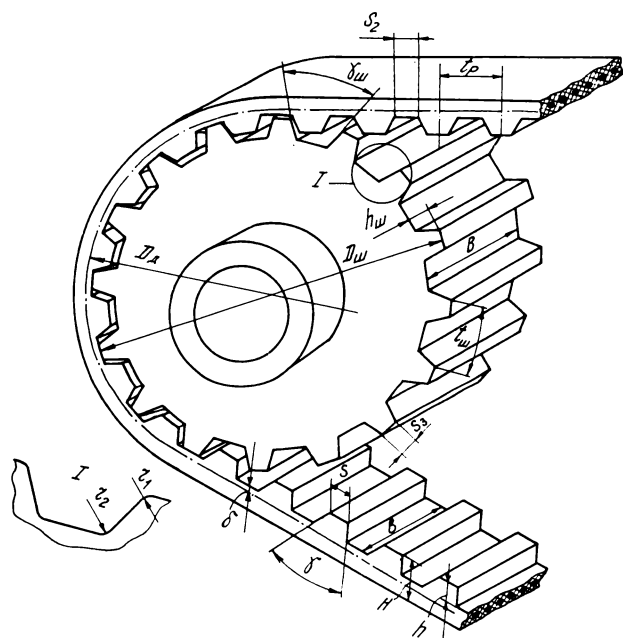


Рис. 2. Обозначения элементов зацепления: для ремня: t_p — шаг зубьев; b — ширина; H — полная высота; h — высота зуба; γ — угол профиля зуба; S — толщина головки зуба; S_2 — размер впадины; для шкива: D_d — диаметр делительной окружности; $t_{ш}$ — шаг зубьев по дуге $D_{ш}$; $h_{ш}$ — высота зуба; S_2 — толщина головки зуба; B — ширина; $\gamma_{ш}$ — угол впадины; r_1 и r_2 — радиусы 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 передач 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 обгоне 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 $K = 0,213 Pz_{ш}$, 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 накопленной 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 киноплёнкой и зубчатым барабаном, который ее транспортирует.

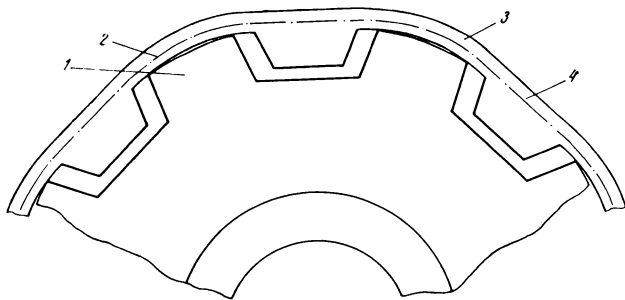


Рис. 3. Схема обгоне шкива ремнем:
1 — шкив; 2 — корд ремня; 3 — изогнутая часть ремня;
4 — прямая часть ремня

По разности шагов перфорационных отверстий и зубьев зубчатых барабанов, а также по зазору, образуемому между высотой перфорационного отверстия и толщиной зуба 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 зуба ремня у основания.

Учитывая, что $S_1 = S + 2a$ (S — толщина головки зуба 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 — $\Delta t_{ш}$, легко найти, что при одновременном нахождении в зацеплении со шкивом z_0 зубьев ремня размер толщины головки зуба шкива S_3 определится выражением

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

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.

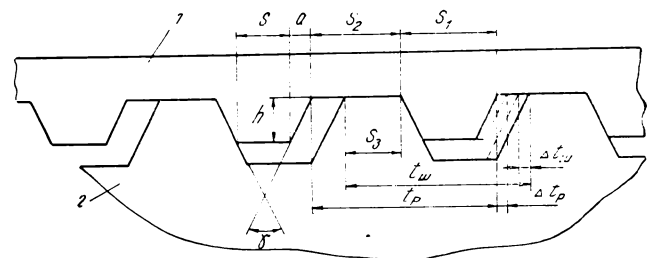


Рис. 4. Схема зацепления плоскозубчатого ремня (1) и шкива (2)

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:

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

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,

$$\beta_{1;2} = 180^\circ \mp 2 \arcsin \frac{D_{ш2} - D_{ш1}}{2A}.$$

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

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

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 $t_{ш}$ по дуге $D_{ш}$ — наружной окружности шкива — определяется по формуле:

$$t_{ш} = \frac{\pi D_{ш}}{z_{ш}}.$$

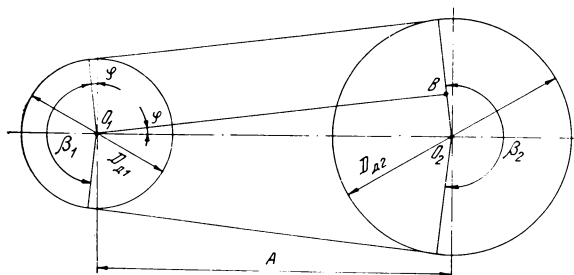


Рис. 5. Схема для определения угла охвата

Следующие параметры шкива: ширина зуба B , угол впадины $\gamma_{ш}$, высота зуба $h_{ш}$, радиусы закруглений 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

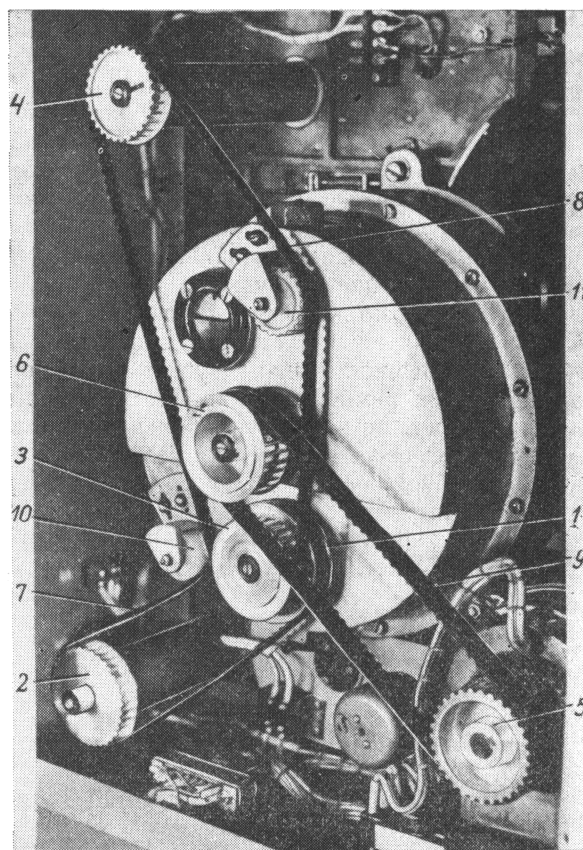
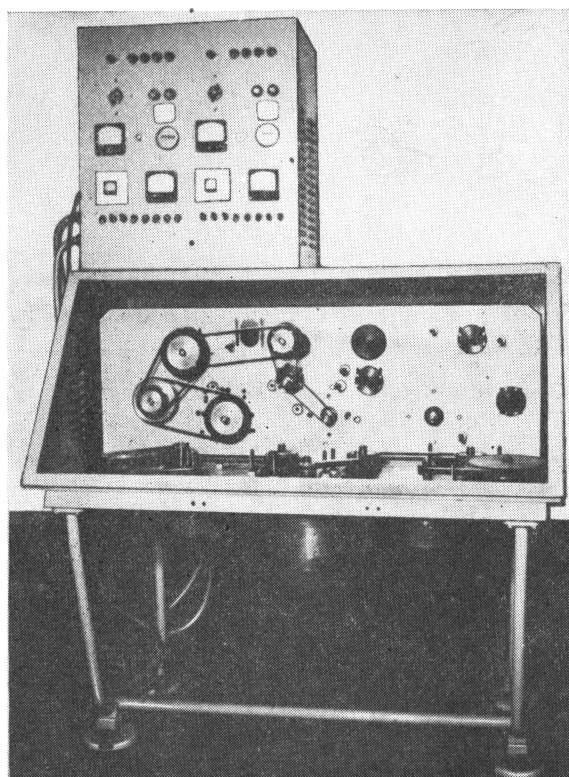
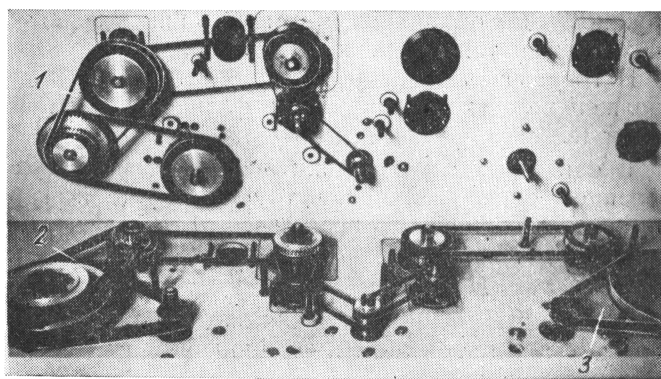


Рис. 6. Механизм передач кинопроектора 35КСА: 1, 2 — шкивы с $z_{ш}=35$ и $n=240$ об/мин; 3, 4 — шкивы с $z_{ш}=29$ и $n=240$ об/мин; 5 — шкив с $z_{ш}=31$ и $n=1440$ об/мин; 6 — шкив с $z_{ш}=30$ и $n=1488$ об/мин; 7, 9 — ремни с $z_p=100$, $m=2$; 8 — ремень с $z_p=125$, $m=2$; 10, 11 — натяжные ролики



а



б

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

ТАБЛИЦА 4

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

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 ($M_{кр}$ — 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 неотчетливых 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, де 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 неудобства освобождения шкивов с валами и опорам от деталей, к которым они крепятся.

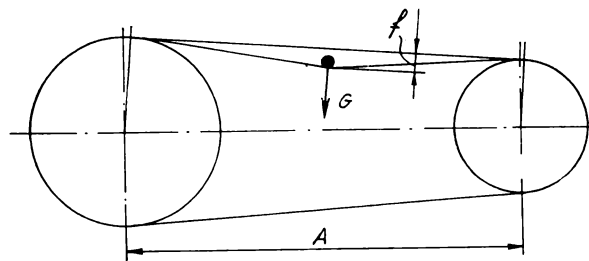


Рис. 8. Схема для определения величины начального натяжения ремня

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 выполняться 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 зубчаторемennых и зубчатых колесных передач аналогичны по конструкциям и требованиям к ним.

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

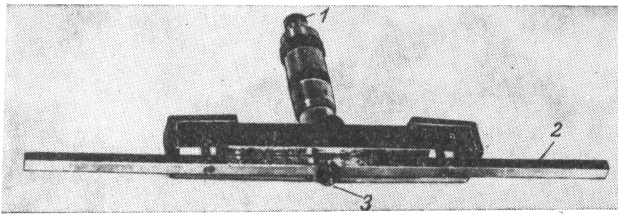


Рис. 9. Приспособление для измерения стрелы прогиба ремня

этом измерительный наконечник 3 должен находиться в точке приложения силы (см. рис. 8), расположенной 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 наплывы 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 ОКБК 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. В о р о б ь е в 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. М и л о в и д о в С. С. Детали машин и приборов. М., «Высшая школа», 1971.
4. Э п ш т е й н В. Р., Соколов А. В., М а л а х о в а И. И. Особенности применения и технологии изготовления зубчатоременных передач в киноаппаратуре. — «Труды ЛИКИ», 1977, вып. XXX, с. 120—132.

Светопротускающий 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 вернулись 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 светопротускающего 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 светопротускающего 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 светопротускающего стереоэкрана:

1, 3 — линзовые растры; 2 — поверхность с направленно-рассеянным светопротусканием: $f_{1н}$, $f_{2н}$ и $f_{1в}$, $f_{2в}$ — фокусные расстояния линз нижней и верхней частей линзовых растров 1 и 2 соответственно

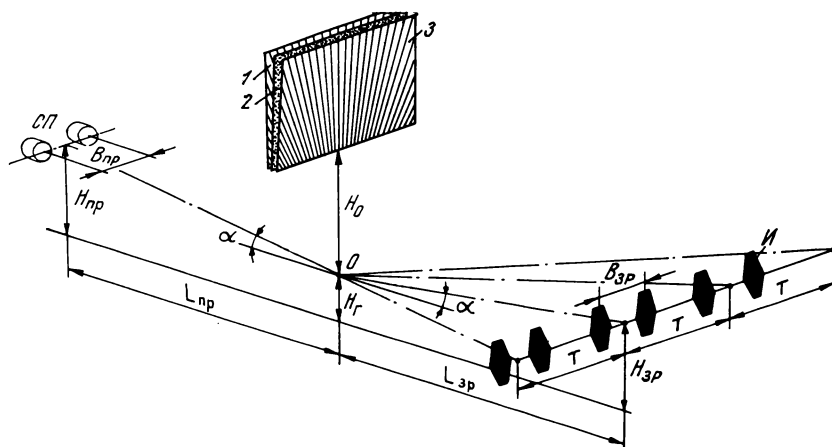
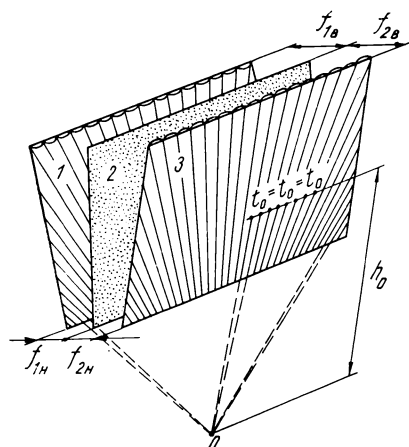


Рис. 2. Оптическая схема проекции на светопротускающий экран

При проекции стереопары на экран (рис. 2) линзовый растр 1 формирует в фокальной плоскости, совпадающей с поверхностью направленно-рассеянного светопротускания 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 $T = t_{1,2} L_{зр} / f_{1,2}$, где $f_{1,2}$, $t_{1,2}$ — соответственно фокусное расстояние и период линзовых растров (при $f_1 = f_2$ и $t_1 = t_2$); $L_{зр}$ — расстояние от экрана до зрителя, а зрительский базис зон видения $B_{зр} = L_{зр} B_{пр} / L_{пр}$, где $B_{пр}$ — проекционный базис; $L_{пр}$ — расстояние от стереопроектора до экрана.

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

Светопротускающий стереоэкран формирует изображения зрачков И в зоне стереовидения в плоскости, проходящей через линию пересечения плоскостей растров экрана и образующей с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = \arctg((H_{пр} - H_Г)/L_{пр})$. 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-

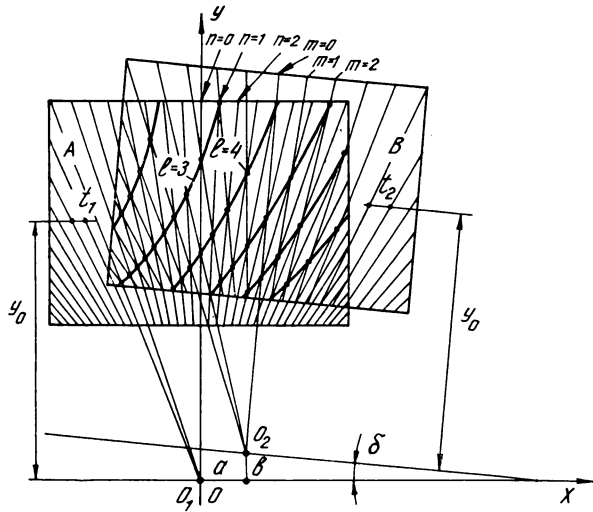


Рис. 3. Формирование паразитной муаровой картины стереозеркала

тат взаимодействия двух растровых структур, расположенных в одной плоскости.

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

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

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

Выражение для семейства линий B , соответствующего линзовому растру 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, отсчитанной от линии, составляющей с осью y угол δ ; δ — угол между растровыми 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:

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

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

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

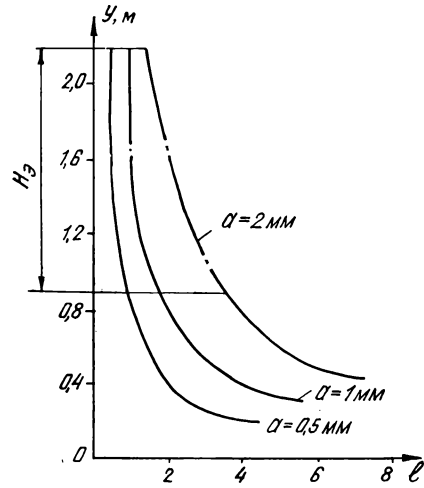


Рис. 4. Зависимость координаты y от номера паразитной муаровой полосы l

щений линзового раstra по координатным осям. В связи 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 стереозеркала H_z . 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 $a \leq 0,5$ мм в зоне экрана паразитная 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 стереозеркало для определения связи между индикатрисой рассеяния $ИР$, условиями проекции и параметрами стереозеркала.

Половина полезной ширины зала на расстоянии $L_{зр}$ от экрана

$$b_{зр} = k N L_{зр}, \quad (6)$$

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

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{b_z + k N L_{зр}}{L_{зр}} + \operatorname{arctg} \frac{b_z}{L_{зр}}, \quad (7)$$

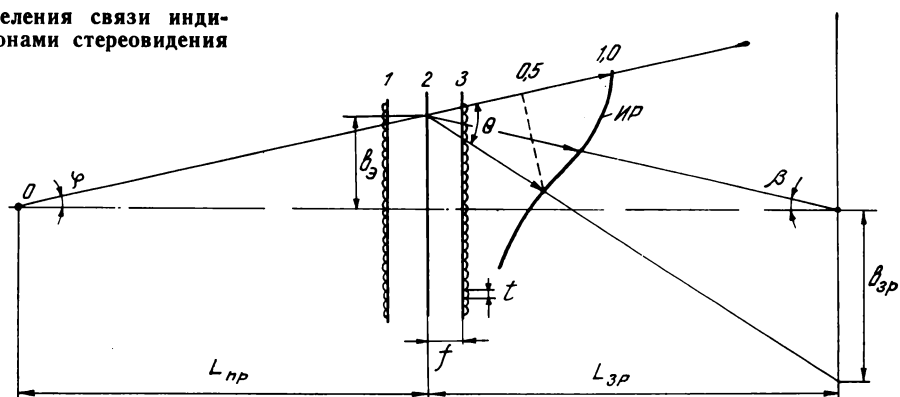
где $2b_z$ — ширина стереозеркала; $L_{зр}$ — расстояние от стереопроектора до экрана. Из выражений (6) и (7) можно

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

написать:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sin(\varphi + \beta) + Nk \cos \varphi \cos \beta}{\cos(\varphi + \beta) - Nk \sin \varphi \cos \beta},$$

(8)



где 2φ — угол проекции; 2β — угол наблюдения из центральной зоны на расстоянии $L_{зр}$ 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 индикатрисе рассеяния поверхности с направленно-рассеянным светопропусканием удобно пользоваться выражением:

$$N = \frac{\operatorname{tg} \theta (L_{пр} L_{зр} - b_z^2) - b_z (L_{пр} + L_{зр})}{k L_{зр} (L_{пр} + b_z \operatorname{tg} \theta)}. \quad (9)$$

Проведенные исследования легли в основу создания светопропускающего стереоэкрана. В качестве поверхности с направленно-рассеянным светопропусканием использовали стекло, матированное порошком М-20 (полезный угол рассеяния $2\theta = 30^\circ$). Линзовые 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 юстировочными узлами, обеспечивающими необходимые степени свободы перемещений линзовых растров относительно светопропускающей поверхности. Экран имеет следующие параметры: площадь — 900×1200 мм², периоды и фокусные расстояния растров по нижнему и верхнему сечениям соответственно равны: $t_n = 0,80$ мм; $t_b = 1,4$ мм; $f_n = 23$ мм; $f_b = 40$ мм; $H_0 = 890$ мм. 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 диапроектора «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 $L_{пр} = L_{зр} = 4$ 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.

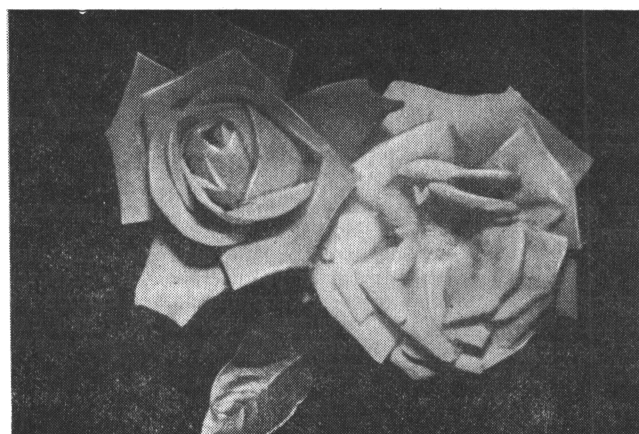


Рис. 6. Изображение на стереоэкране, сфотографированное из зоны видения

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

1. Смолевич 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.
2. Валуев Н. А. Растровые оптические приборы. М., «Машиностроение», 1966.
3. Иванов С. П. Светосильный линзо-растровый стереоэкран. Авт. свид. № 57019, 1935.
4. Иванов Б. Т. Стереокинотехника. М., «Искусство», 1956.
5. Дюрелли А., Паркс В. Анализ деформаций с использованием муара. М., «Мир», 1974.
6. 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 демонстрации 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 киноплёнки или 190-мм аэроплёнки.

В общем случае можно утверждать, что в этих системах n различных ракурсов снимаемого объекта фиксировались в n плоских кадрах на плёнке и различались положением точки обзора снимаемого объекта, а 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 $D > B_{\text{ар}}$. Размеры и конфигурация выходного зрачка объектива при съемке будут определять пределы изменения плавного 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 киноплёнку. Работы по созданию такой плёнки проводились в НИКФИ совместно с Госниихмфотопроектом. Эти работы предусматривали изготовление 70-мм киноплёнки, у которой с одной стороны расположен эмульсионный слой (черно-белый или цветной), с другой — растр из сферических элементов (шага $at = 0,06$ мм). Структура размещения растровых оптических элементов должна быть гексагональной, и поэтому основания линз, подобно пчелиным сотам, должны быть шестигранными. К сожалению, эти работы не были доведены до экспериментальных образцов киноплёнок, а ограничены созданием только растровой основы плёнки. Создание растровой плёнки позволило бы использовать существующее кинотехнологическое оборудование для

съемки 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 м² 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 голографической записи для формирования зон стереоскопии. В 1976 г. был изготовлен образец голографического экрана размером 60×80 см для двух наблюдателей.

В связи с тем что голографические экраны обладают хроматическими аберрациями, 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 голографических изображений на линзо-растровый просветный экран. При проведении этих экспериментов было замечено, что с увеличением расстояния l' (на которое воспроизводимый 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 сагитальном сечении: если в сагитальном 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

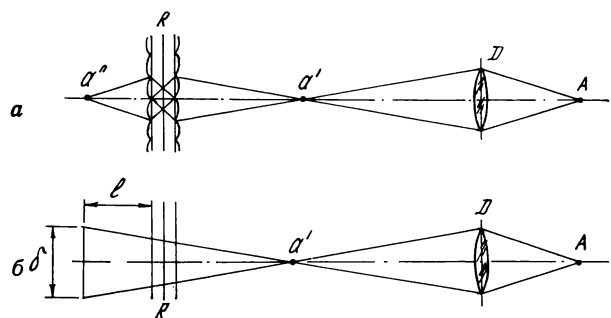


Рис. 1. Ход лучей в сагиттальном (а) и меридиональном (б) сечениях

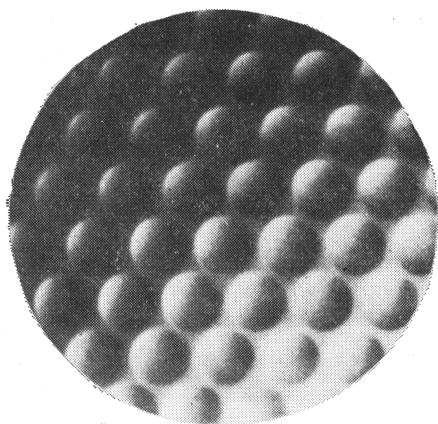


Рис. 2. Микрофотография линзового раstra, изготовленного с диафрагмированием межлинзовых промежутков

скими линзовыми элементами, рефракция которых изотропна.

На основе разработанной в НИКФИ фотомеханической технологии были изготовлены линзовые 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 раstra $F=2,9$ 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 своих 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 раstra. 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-

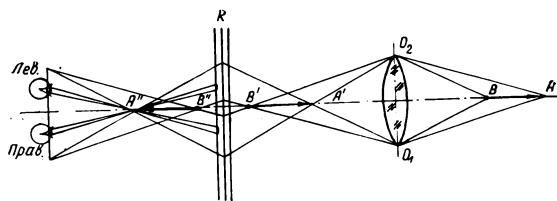


Рис. 3. Принципиальная схема получения инвертного пространственного изображения, рассматриваемого на растровом экране

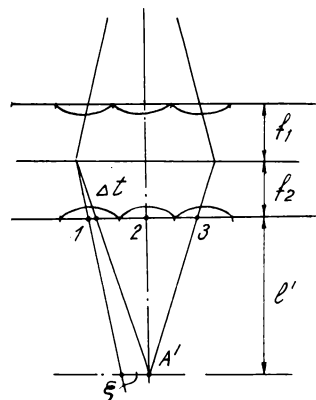
ках растрового поля были изготовлены специальные юстировочные метки.

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 раstra 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 l' . Чтобы оценить и вычислить абсолютное значение диаметра кружка рассеяния, необходимо знать величину возможного смещения центров линз раstra. 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 $l'=200$ 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 мире, имеющей набор квадратов с различным шагом штрихов.

При фокусировке миры в плоскости экрана наблюдатель видит максимальное разрешение. При смещении миры из этого положения на величину $\pm \Delta F$ изображение миры воспринимается или за экраном, или перед ним, на расстоянии l' . Рассматривая изображение миры, можно для каждого l' (соответственно ΔF) определить визуально номер разрешаемого квадрата миры. 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 миры по оптической оси на величину $\pm \Delta F$. При выходе объектов изображения на величину до $l'=300$ мм перед экраном (кривая I) 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

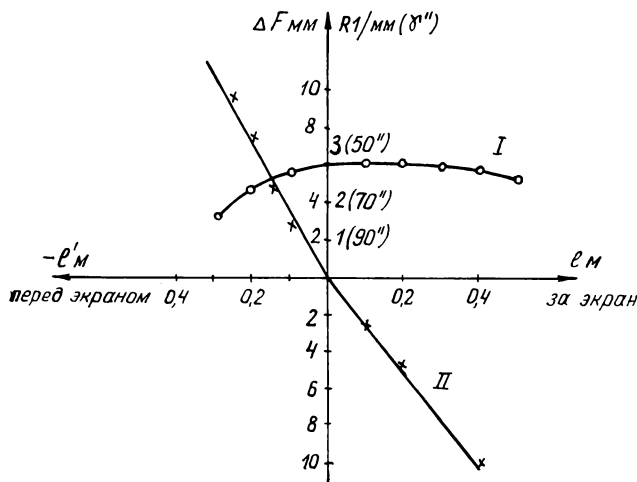


Рис. 5. Зависимость визуального углового разрешения от смещения объекта

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; $R-R$ — растровый просветный экран.

Схема расположения зон экрана гексагональной структуры повторяет структуру расположения элементов раstra. 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 кд/м^2) для различных зон. Падение яркости для боко-

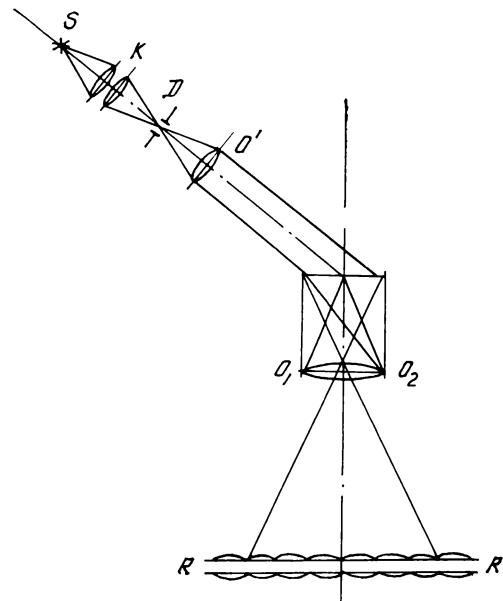


Рис. 6. Схема восстановления голографического изображения при проекции на растровый экран

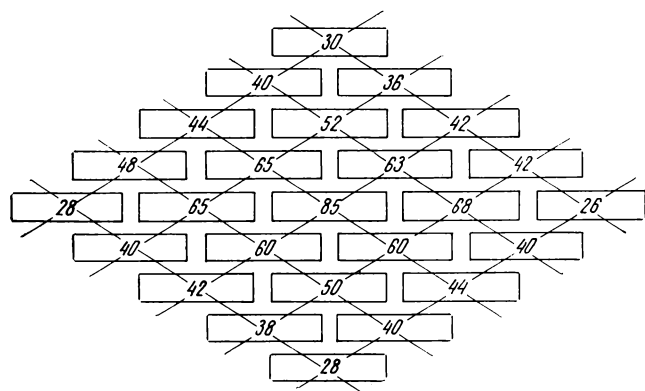


Рис. 7. Схема расположения зон гексагонального линзо-растрового экрана

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 раstra.

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 раstra равно 1:11, коэффициент яркости всей оптической системы растрового экрана $K=B_2/B_1=1,2\times$. 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 раstra имеют шестигранные основания и располагаются вплотную одна к другой. Как показали замеры, при светосиле линз раstra 1:3 достигается выигрыш в яркости изображения на экране $K=52-60\times$. Это обстоятельство позволяет рекомендовать использование растровых экранов для повышения яркости изображения при проекции как плоских, так и объемных изображений.

Выводы

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

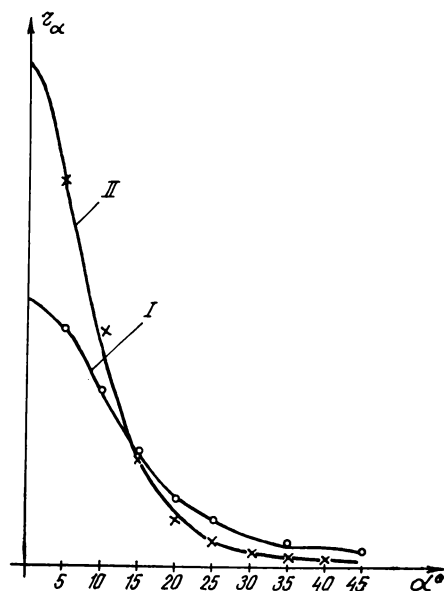


Рис. 8. Кривые коэффициентов яркости просветной поверхности (I) растрового экрана и матового стекла (II)

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

ЛИТЕРАТУРА

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

Определение наноса галоидного серебра на киноплёнках 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 киноплёнках 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 азотнокислого 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 киноплёнок, полученными цианометрическим методом. Цианометрический метод, принятый Минхимпромом и Госкино СССР в качестве арбитражного для определения наноса серебра на киноплёнках, 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 киноплёнок, в значительной степени зависит от наличия надежных и достаточно простых методов его определения, задачей настоящего исследования явилось изыскание метода анализа наноса серебра на киноплёнках 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:

аммиак 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 ее 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 Б Л И Ц А 1

Комплексообразователь	Комплексный ион	Т, °С	K_H
Аммиак	$Ag(NH_3)_2^+$	25	$6,2 \cdot 10^{-8}$
Метиламин	$Ag(Me)_2^+$	16	$1,6 \cdot 10^{-7}$
Этилендиамин	$Ag(Et)_2^+$	20	$6,3 \cdot 10^{-7}$
Цианид-ион	$Ag(CN)_2^-$	18	$8,0 \cdot 10^{-22}$
	$Ag(CN)_3^{2-}$	25	$1,6 \cdot 10^{-22}$
	$Ag(CN)_4^{3-}$	25	$2,1 \cdot 10^{-22}$
Роданид-ион	$Ag(SCN)_2^-$	25	$6,5 \cdot 10^{-9}$
	$Ag(SCN)_3^{2-}$	25	$5,0 \cdot 10^{-10}$
	$Ag(SCN)_4^{3-}$	25	$10,0 \cdot 10^{-10}$
Тиосульфат-ион	$Ag(S_2O_3)^-$	20	$1,4 \cdot 10^{-9}$
	$Ag(S_2O_3)_2^{3-}$	25	$3,5 \cdot 10^{-14}$
	$Ag(S_2O_3)_3^{5-}$	25	$5,4 \cdot 10^{-15}$
Сульфит-ион	$Ag(SO_3)^-$	25	$2,5 \cdot 10^{-6}$
	$Ag(SO_3)_2^{3-}$	25	$2,1 \cdot 10^{-9}$
	$Ag(SO_3)_3^{5-}$	25	$1,2 \cdot 10^{-9}$
Глицин	$Ag(Gl)_2$	25	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Тиомочевина	$Ag[SC(NH_2)_2]_3^+$	20	$7,0 \cdot 10^{-14}$
	$Ag[SC(NH_2)_2]_2^+$	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, фото-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 потенциметрически 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].

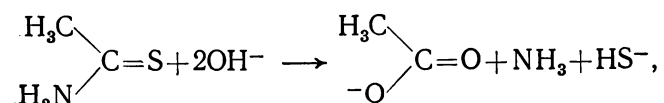
Описан достаточно точный метод полярографического определения количества серебра в фотоматериалах [10], а также рентгенофлуоресцентный, применяемый для определения содержания серебра непосредственно в фотоэмульсиях [11].

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 парадиметиламинобензильденроданином [13].

Особого внимания заслуживают методы потенциметрического 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], тиаоацетамид [15, 16] и тиомочевина [17, 18]. Определение количества серебра методом потенциметрического титрования отличается быстротой, высокой точностью выполнения, хорошей воспроизводимостью и не требует применения токсичных реагентов. Особо следует выделить в качестве титрантов тиаоацетамид и тиомочевину.

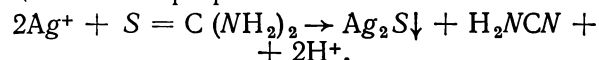
По методу, предложенному Бушем [15], тиаоацетамид, гидролизующийся в сильнощелочной среде по схеме



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

К недостаткам метода автор относит недостаточную устойчивость самого раствора тиаоацетамида, 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 тиаоацетамидом 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 тиаоацетамида.

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



Автор рекомендует использовать тиомочевину для определения количества серебра в фиксирующих ваннах. Потенциметрическое титрование серебросодержащего 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 киноплёнках в качестве растворителя галоидного серебра выбрать тиосульфат натрия, а анализ образующегося серебряно-тиосульфатного комплекса проводить методом потенциметрического 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 киноплёнках 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 °С).

Выбор оптимальной концентрации тиосульфата натрия при проведении анализа зависит от величины наноса серебра на киноплёнках: для киноплёнок 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 киноплёнок), 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 киноплёнок. 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 рН-милливольтметр рН-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 киноплёнке 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 рН-милливольтметра рН-340 или аналогичного ему была разработана приставка — источник компенсационного напряжения (рис. 2), позволяющая выполнять 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

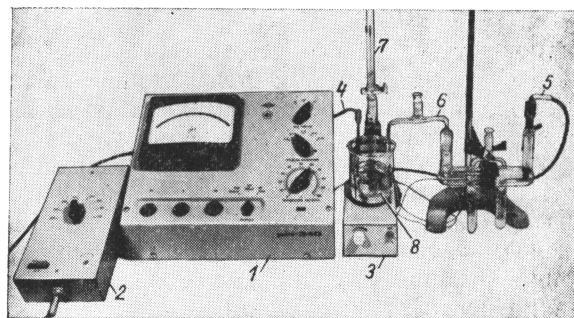


Рис. 1. Установка для потенциометрического титрования ионов серебра тиомочевинной:

1 — рН-милливольтметр рН-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 — микробюретка; 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 ± 1 %.

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

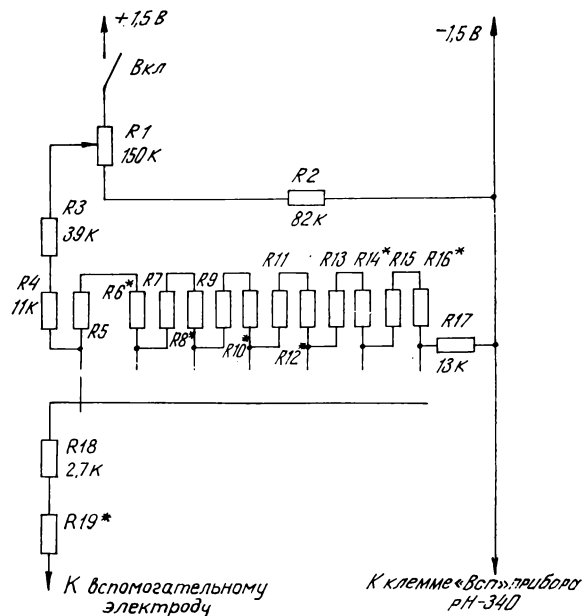


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема источника компенсационного напряжения к прибору рН-340:

R1 — типа СП-2; R5, R7, R9, R11, R13, R15 — проволочные (манганин), 1,6 кОм

серебра тиомочевинной 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 рН реакционной среды (рН = 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: рН реакционной среды, равномерности перемешивания, поддержания заданной температуры раствора (не ниже 60—65 °С), а также скорости добавления титранта.

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

Для анализа берется образец 35-мм киноплёнки общей длиной $l = 0,76$ м (40 кадров), площадь которого S составляет $0,0266$ м² (без площади перфорационных отверстий $S = 0,0248$ м²). Причем для получения среднего содержания наноса серебра для каждого вида черно-белой или цветной киноплёнки 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 киноплёнках) и растворяют галоидное серебро в течение 15—20 мин при тщательном перемешивании, не допуская, однако, сползания эмульсии с плёнки в раствор.

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

В стакан для потенциометрического титрования пипеткой вносят порцию анализируемого раствора, равную 100 мл (при нанесе серебра менее 100 г/1000 пог. м) или 50 мл (при нанесе серебра более 100 г/1000 пог. м), разбавляют горячей (70—75 °С) дистиллированной 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 °С и постоянно перемешивая ее магнитной ме-

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

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

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

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

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

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

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

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

Параллельно в условиях Московской кинокопировальной фабрики и Лаборатории обработки цветных фильмов (ЛЮЦФ) проводится анализ тех же плёнок методом Фольгарда. Кроме того, эти же образцы анализировались в НИКФИ цианометрическим методом. Полученные данные сопоставлялись с паспортными данными на киноплёнку, 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 киноплёнках 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 плёнку, представляемых заводом-изготовителем.

ТАБЛИЦА 2

Наименование киноплёнок, номера эмульсий, осей	Содержание Ag в фотослое киноплёнок, г/1000 пог. м, при титровании				Ошибка определения по отношению к цианометрическому методу (данные НИКФИ), %, при титровании	
	цианометрическом		по методу Фольгарда	потенциометрическом		
	паспортные данные завода-изготовителя	НИКФИ	МКФ, ЛОЦФ	НИКФИ, ЛОЦФ	потенциометрическом	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			217,0 207,5 205,5	218,31 208,76 206,32	— — —	— — —
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 киноплёнках методом потенциометрического титрования тиомочевинной показывает хорошо воспроизводимые результаты. При сравнении с результатами, полученными цианометрическим методом, средняя ошибка определения для черно-белых и цветных киноплёнок составляет менее 1%.

Эта ошибка возникает, очевидно, на первом этапе анализа, т. е. в процессе перевода галоидного серебра из плёнок в раствор, так как при потенциометрическом титровании тиомочевинной 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 киноплёнках: цианометрического, метода Фольгарда и потенциометрического титрования тиомочевинной на большом количестве образцов отечественных и зарубежных цветных и черно-белых киноплёнок.

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

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотницкий Д. М. Контроль процессов обработки киноплёнки. М., «Искусство», 1967.
2. Кириллов Н. И. Основы процессов обработки светочувствительных материалов. М., «Искусство», 1954.
3. Creyff S., Roosens L. Die chemische Analyse photographischer Verarbeitungsbäder.— «Photogr. Korr.-resp.», 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 in 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 плёнке.— «Труды НИКФИ», 1962, вып. 46, с. 83.
10. Гороховский В. М. Применение полярографических методов в фотографической химии.— ЖНПФК, 1967, 12, с. 67—76.
11. Куниминэ Н., Угадзин Х., Ябэ К.— Кунсэки кагаку, 1964, 13, с. 679.
12. Weyerts 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 Audiovisual Markets Division). N. Y., Rochester, 1975.
15. Bush D. G., Zuehlke C. W., Ballard A. E. Volumetric Determination of Silver Using Thioacetamid.— «Anal. chem.», 1959, 31, p. 1368—1371.
16. Gevaert Photo-Produkten NV. Testblad. K. C. CH. 1307: Amperometrische bepaling van Ag in Fixeerbader 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 антиувалирующих веществ на разрешающую способность черно-белой обрабатываемой киноплёнки

Г. Г. Багаева, Е. В. Студенкова

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

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

Повысить разрешающую способность можно либо при изготовлении плёнок, 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 обрабатываемых киноплёнок представляло интерес выяснить, в какой мере антиувалирующие вещества могут повлиять при втором проявлении на разрешающую способность.

Экспериментальная часть

Для опытов была взята обрабатываемая киноплёнка ОЧ-45 п/о «Свема» и «Тасма». Предварительно было проведено сенситометрическое испытание плёнок 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

Проявляющие 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

Двуххромовокислый 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 киноплёнок температура проявителей поддерживалась в пределах 20,0±0,3 °C.

По данным сенситометрического испытания было определено оптимальное время первого проявления: 9 мин для киноплёнки п/о «Свема» (плёнка I) и 8 мин — для киноплёнки п/о «Тасма» (плёнка II). При указанном времени первого проявления для обеих плёнок достигалась светочувствительность $S = 45$ ед. ГОСТ, и все сенситометрические параметры находились в пределах установленных норм: соответственно для плёнок I и II — коэффициент контрастности γ — 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 обрабатываемой плёнки R определяли с помощью проекционного резольвометра СР-17

с микрообъективом М-42 ($f' = 18$ мм, $A = 0,2$, $1:n_r = 1:2$) и спиралевидной миры «Б» абсолютного контраста с модулем 1,1. Мира имеет 30 полей, при этом отношение наибольшей частоты к наименьшей составляет ~16:1. Данный резольвометр при сочетании указанных объектива и миры позволяет получить 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 позволяло получить шкалу с 18-ю ступенями и изменением освещённости 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 антиувалирующих веществ во втором проявителе на разрешающую способность обрабатываемой киноплёнки. 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 неизменными.

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 плёнки 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 анти- вуалирующих ве- ществ во втором проявителе, г/л		Сенситометрические параметры				
		R, мм ⁻¹	S, ед. ГОСТ	γ	D _{макс}	D _{мин}
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
	8,0	77	45	1,4	1,78	0,00
	10,0	68	32	1,3	1,70	0,00
Бензотриа- зол	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 плёнки 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 плёнки II находились в пределах

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

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

Различие по разрешающей способности плёнок 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 плёнки I она равна 16 мкм, а у плёнки 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. — ЖНиПФК, 1970, т. 15, вып. 3, с. 204—205.

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

Ленинградский институт киноинженеров

УДК 77.027.3

О возможности 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 отмыва 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 желатин 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 плёнки.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности многократного применения ферментного раствора для обработки кинофотоматериалов. Для этого исследовали влияние солей серебра, желатин 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 желатин в ультратермостате 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 отмыве эмульсионного слоя и осаждении серебра используют 0,5 %-ный ферментный раствор [5].

ТАБЛИЦА 1

Концентрация AgNO_3 , 10^{-4} М	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 М. 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 контрольном 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 % потери активности после 60 мин прогревания составляют не более

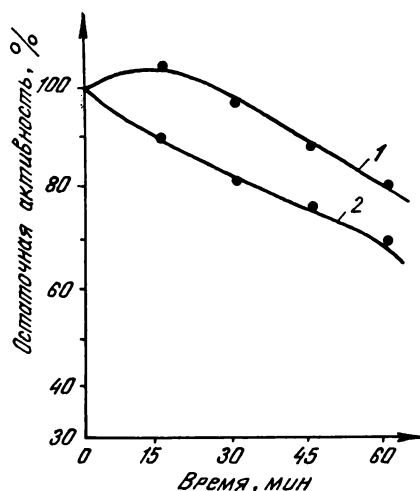


Рис. 1. Активность раствора Протеназы-1 при гидролизе желатины (содержание Протеназы-1 — 0,1 %, желатины — 1,5 %)

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 содер- жании 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 отмыва эмульсионного слоя раствор перекачивают для осаждения галогенидов серебра и отделения серебросодержащего осадка. После центрифугирования 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 отмыва подслоя используют отдельный ферментный раствор Протеназы-1, который также можно применять многократно.

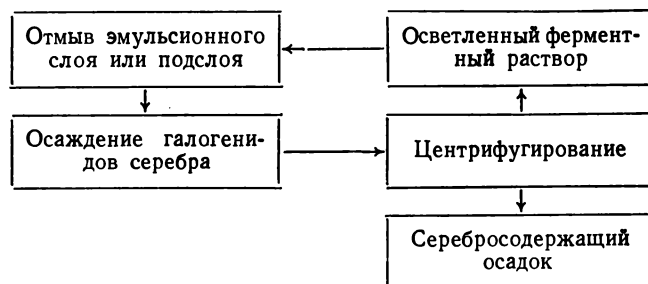


Рис. 2. Схема рециркуляции раствора Протеназы-1 при регенерации серебра и основы светочувствительных материалов

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., Куцак В. С., Нисамутдинова 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 желатин на микрокристаллах бромида серебра.— ЖНПФК, 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 Кодак», 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».

«Обрабатываемая пленка «Интермедийет 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. Ламаньер, Ж. Лепренс.

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, осуществляемой 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 киноплёнки, перевода изображения с магнитной ленты на киноплёнку, кинопоказа. Наметим также

перспективы сосуществования процессов съемки на киноплёнку и записи на видеомagnetную 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

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 киноленту, 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 отдельных 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, обеспечивающего запись ТВ сигналов с повышенной шириной полосы частот.

Успешно развиваются и будут завершены работы по созданию и внедрению систем автоматизации процесса демонстрации кинофильмов [18] путем выпуска аппаратуры, работающей с бесперемоточными 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 киноленту, 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 киноленту и записи на видеомagnetную 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 видеомagnetной 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 видеомagnetофоном 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 видеомagnetфона 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 видеомagnetную ленту в сравнении со съемкой на киноленту является отсутствие времени обработки материалов записи, а следовательно, повышение эффекта непосредственного показа. Кроме того, видеомagnetная лента может быть использована многократно.

При видеозаписи, в отличие от киносъемки, требуются высококвалифицированные инженерные кадры соответствующего профиля. Поэтому необходимого подготровка 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 киноленту 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 видеомagnetной ленты той же гибкости, которую ныне имеет кинолента.

Рассмотрим перспективы параллельного развития и совершенствования процессов съемки — записи на киноленту и видеомagnetную 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 киноленту. Будут исследованы и разработаны перспективные системы перевода изображения с магнитной ленты на киноленту 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 черестрочной развертки построчной и др. Это создаст предпосылки для полной взаимозаменяемости между двумя носителями информации: кинолентой и магнитной лентой.

Появление магнитной видеозаписи не означает отмирания съемки на киноленту, как полагают некоторые. Мировой опыт подтверждает жизнеспособность способов фиксации изображения на киноленте и на магнитной ленте. Они будут применяться и сосуществовать в течение длительного времени. Взаимозаменяемость двух носителей информации устранил 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 киноленту 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 киноленте при использовании видеомagnetной 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 киноленту, 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 киноленту. Фильмокопии копируются в ограниченных тиражах на цветной многослойной пленке.

Съемка художественных фильмов производится на киноленте. 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 видеоманитной ленте изображения, не уступающего кинематографическому на 35-мм киноленте. 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 киноплёнок 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 фильмокопий в условиях массовой печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трусско 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. Curran Charles. The competition between Videotape and Film. Some observations.—JSMPT, 1977, 86, N 11, p. 809—811.
5. Harpé L. V. Transferring Videotape to Film.—«BKSTS Journ.», 1977, 59, N 3, p. 62—67.
6. Артюшин Л. Ф., Иошин О. И., Овилько О. Г., Мучиев С. Г. Кинотелевизионная система печати и записи цветного изображения лазерным лучом на киноленту с фильмовых материалов и видеоленты.—«Техника кино и телевидения», 1977, № 7, с. 3—11.
7. Yamamoto. 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., Плинер А. Н. Телевизионное визирование 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., Друцкой 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 фотографического 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 фотографического процесса.—«Техника кино и телевидения», 1978, № 9, с. 27—34.
18. Мунькин В. Б. Автоматизация демонстрации 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 демонстрация фильма, зрительским потенциалом фильма — Z_p .

Пусть дан набор новых кинофильмов Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 , причём 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 изоклин¹, 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. Причём $C=f'(T)$. 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 кинотеатров этих регионов.

Разработка и внедрение системы пробного показа, функционирующей 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-

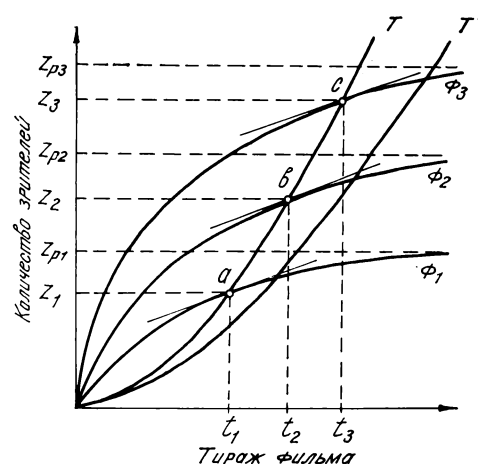


Рис. 1. Зависимости $Z=f(t)$ для значений Z_{p1} , Z_{p2} , Z_{p3} и изоклины для T и T' ($T < T'$; $T = t_1 + t_2 + t_3$)

¹ Идея метода изоклин 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 «схожести» 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 идее 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 и 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 демонстрирования фильма в одной республике можно предвидеть результат демонстрирования этого фильма в другой. Причина этого — статистическая связь между результатами проката фильмов в обеих республиках, определяемая высоким значением коэффициента корреляции ($r=0,924$). Такая

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 ($k=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$);

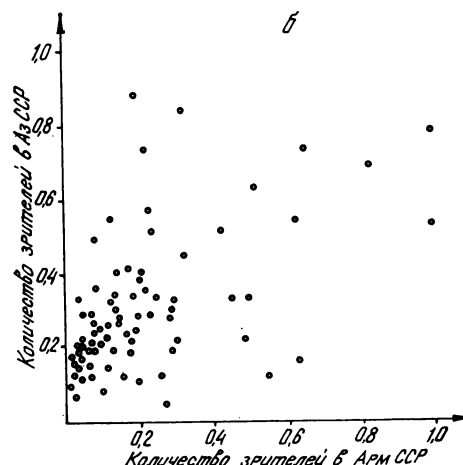
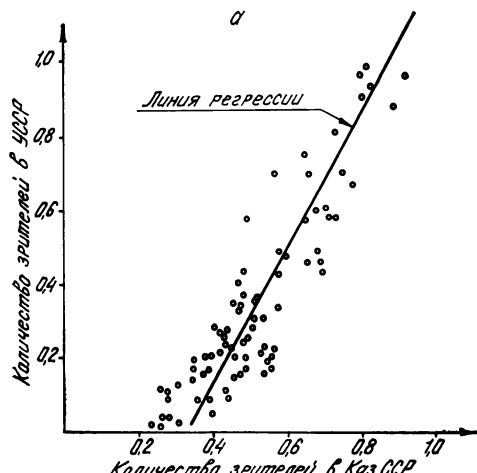
$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (N_{ij} - \bar{N}_i)^2}{n-1}} \quad \text{среднеквадратичное отклонение числа зрителей в } i\text{-й}$$

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

республике; среднеквадратичное отклонение числа зрителей в k -й республике

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

Рис. 2. Результаты демонстрирования 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)



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

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

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 объеди-

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 связанности 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 граф 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,

	РСФСР	УССР	БССР	УзССР	КазССР	ГрузССР	АзССР	ЛитССР	МолдССР	ЛатвССР	КиргССР	ТаджССР	АрмССР	ТССР	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
ТССР														1	0,5277
ЭССР															1

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

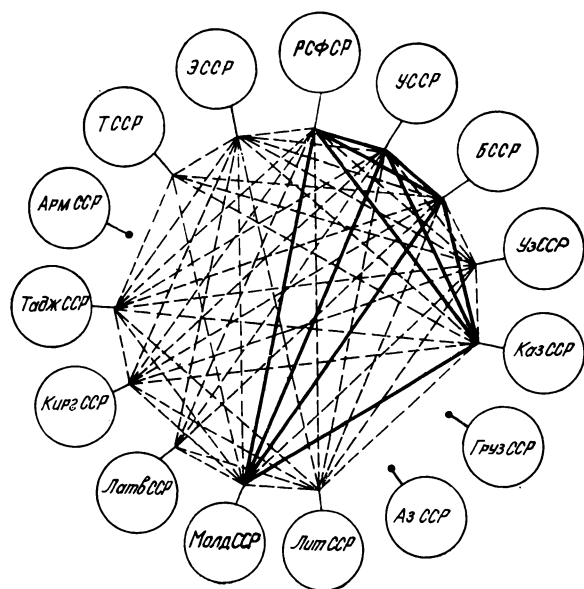


Рис. 4. Корреляционный граф сопряженности зрительских интересов по республикам

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 вышесказанного можно сделать вывод, что для построения системы пробного показа в республиках первой плеяды может быть организована всего одна точка показа, результаты демонстрирования 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.				
II 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. Елисева 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 ЦТ

А. К. Кустарев

Введение

В цветном ТВ широко используется линейное преобразование цветных сигналов (матрицирование), которое описывается матрицей 3×3 . Матрицирование выполняется при кодировании цветных сигналов и декодировании полного цветного 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 воспроизводимых цветов. При расчетах с использованием матриц (пересчет цветных 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 цветного треугольника входной системы. В дальнейшем для краткости записи цветовой треугольник будем обозначать Δ . Так, цветные 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

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

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

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

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 $\sum_x^z |W| > T^w$, 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 представится пучком прямых. Для

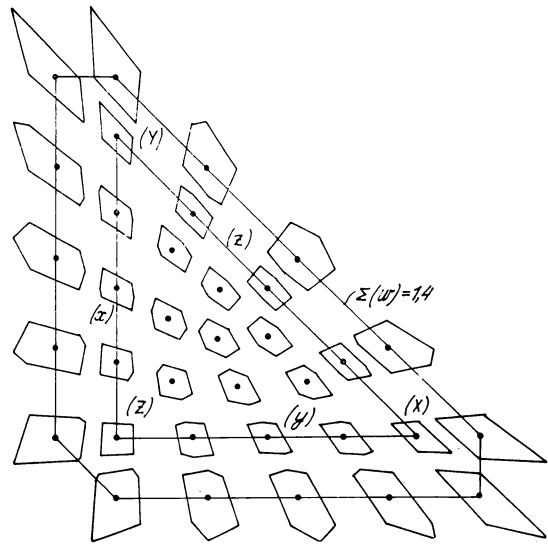


Рис. 1. Единичные зоны разброса на графике цветностей w при $\delta = 0,05$ (аддитивное изменение элементов матрицы)

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,

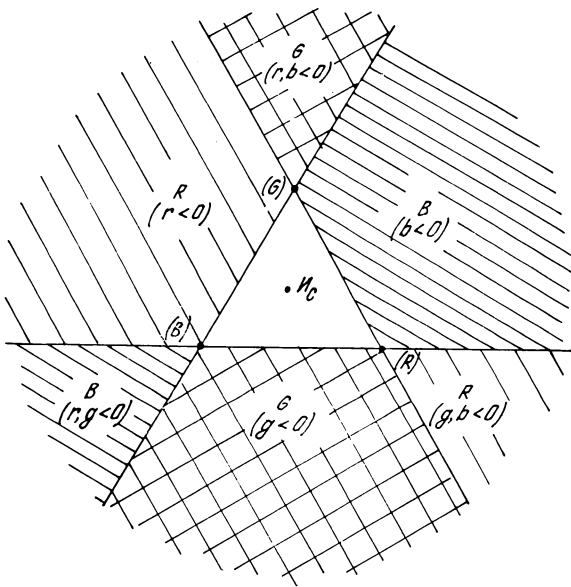


Рис. 2. Внутренняя и внешняя области $\Delta(C)$ на графике цветностей

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-

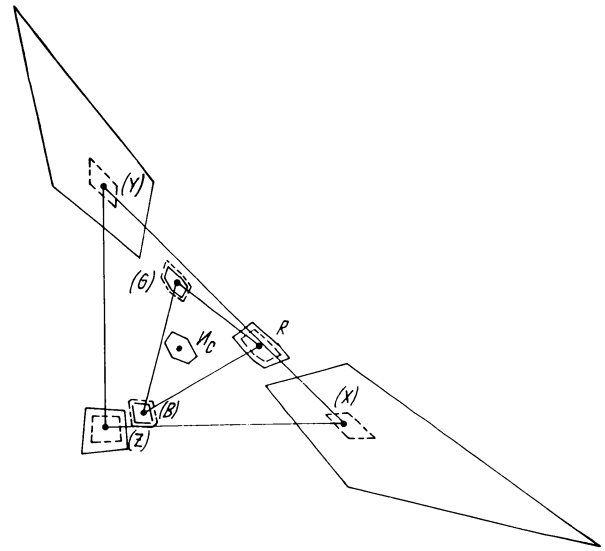


Рис. 3. Единичные и действительные зоны разброса для перехода с матрицей (10) при $\delta=0,05$ (аддитивное изменение элементов матрицы)

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 $T^c_{(C)}/T^w_{(C)}$ найдутся как суммы элементов трех столбцов матрицы (10) (умножение матрицы на $C = 1, 0, 0; 0, 1, 0$ и $0, 0, 1$). Поскольку $T^c_{(C)}/T^w_{(C)} = 1$, 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

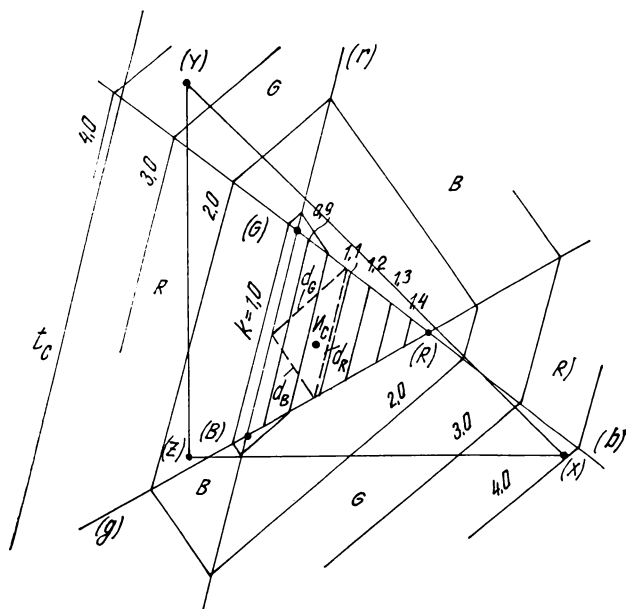


Рис. 4. Контуры изменения единичных зон разброса при переходе с матрицей (10) (аддитивное изменение элементов матрицы)

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 $[A_{C_1C}]$, 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 мультипликативном 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 c 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 мультипликативное 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.

Мультипликативный 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 мультипликативным изменением их по (14). Эти доба-

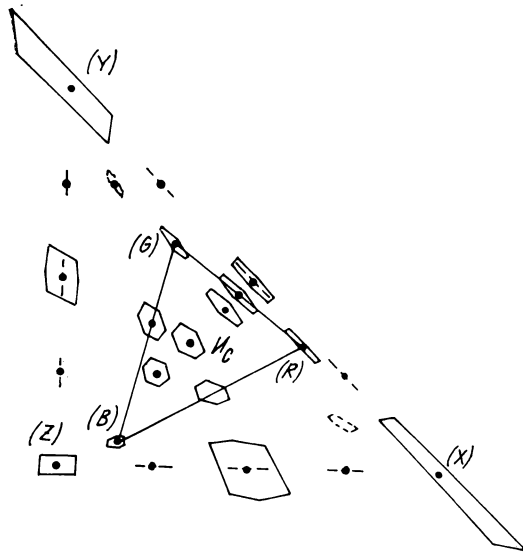


Рис. 5. Единичные и действительные зоны разброса для перехода с матрицей (10) при $\delta=0,1$ (мультипликативное изменение элементов матрицы)

вочные 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 .

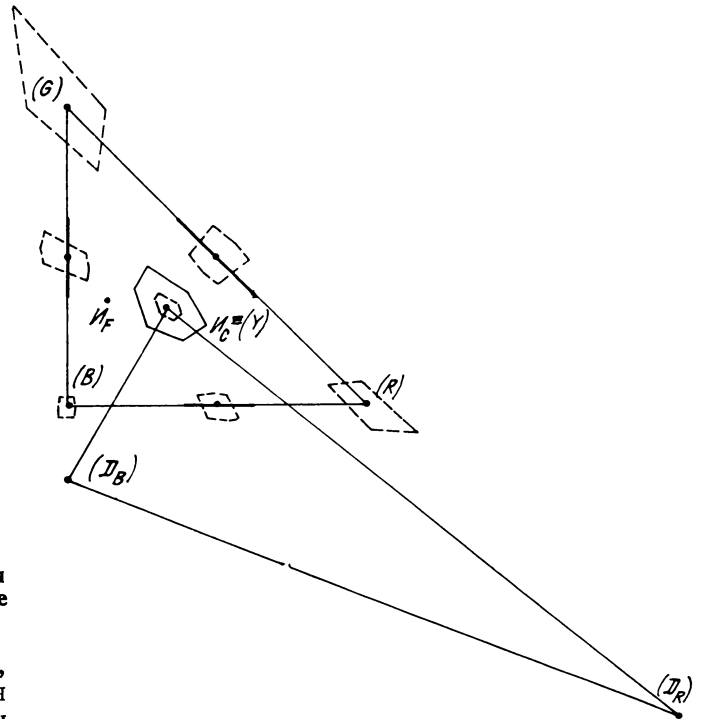


Рис. 6. Зоны разброса цветности из-за мультипликативного изменения матрицы (15) при $\delta=0,1$ для $\gamma=1$ и $\gamma=2,8$

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 предсказанных 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):

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

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

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

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

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 $(C)I_c$ с прямой (I) .

На рис. 7 показаны контуры k_1 для перехода с матрицей (10). На графике w прямая (I) 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):

$$L_M^* = \left[1 \pm \delta \frac{1}{L} \left(a_{LX} \sum_C |a_{XC}C| + a_{LY} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \sum_C |a_{YC}C| + a_{LZ} \sum_C |a_{ZC}C| \right) \right]. \quad (19)$$

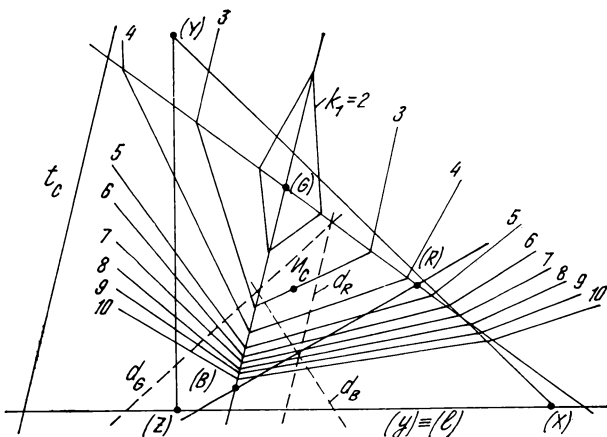


Рис. 7. Контуры k_1 для разброса яркости при аддитивном изменении элементов матрицы (10)

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 (I) , а уравнения прямых $k_L = 0$ и $k_L = 1$ найдутся соответственно при приравнении 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_c , для которой, как можно убедиться по (20), $k_L = 1$.

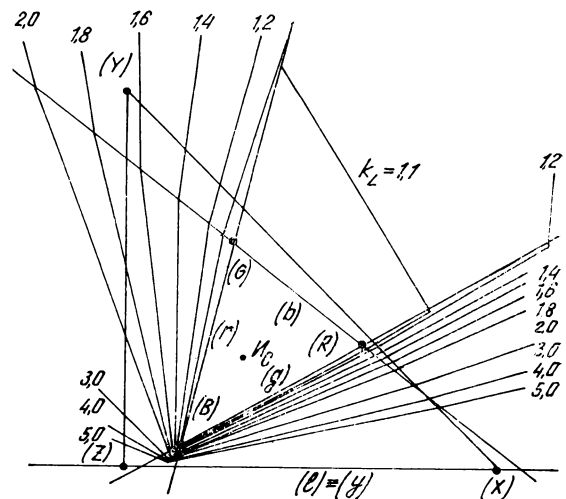


Рис. 8. Контуры k_L разброса яркости при мультипликативном изменении элементов матрицы (10)

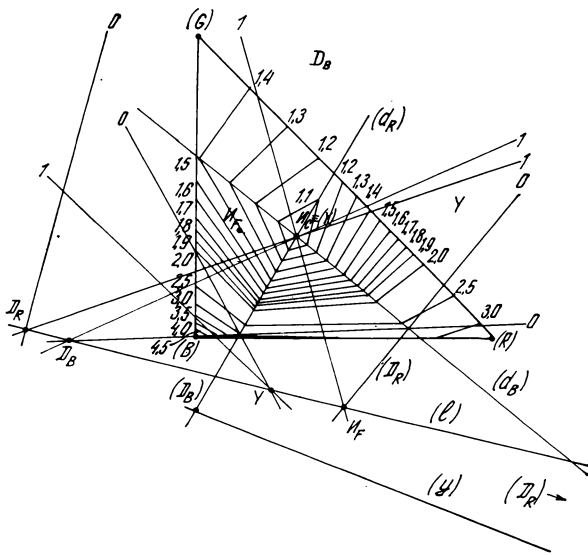


Рис. 9. Контуры k_L разброса яркости при мультипликативном изменении элементов матрицы (15) ($\gamma=1$)

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): $k_L=1,49$.

О 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 $d_{\text{макс}} \approx 2,2\delta$. Коэффициент изменения δ при большинстве обычно используемых матриц и для представляющих интерес областей цветности составляет примерно от 1 до 5. Поэтому можно считать, что $d_{\text{макс}} = (2-10)\delta$, т. е.

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

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

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

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 алихне, 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 $\delta = 0,07 d_L$ или $\delta_d = 0,0007$. При мультипликативном разбросе матричных элементов имеем для цветности $\delta = 1,31 d$ (см. рис. 5) или $\delta_d = 0,013$, а для яркости $\delta_d = d_{L,d} = 0,01$. 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 $d_d = 10^{-m}$, 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_{Ld} будет обеспечено аналогично предыдущему из условия

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

откуда

$$n = 0,85 - \lg d_{Ld}.$$

Отсюда при $d_{Ld} = 10^{-m}$ $n = m + 1$, 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 мультипликативной 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 мультипликативны. 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, нормалей 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 размытости яркостного перехода; зона размытости 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 различения 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 ξ , усредненного по всем направлениям на изображении с учетом свойств анизотропии характеристик ТВ системы и зрительного анализатора. Аналитическое выражение для этой меры имеет вид

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

Здесь $\xi(\varphi)$ — 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 $A_\Phi(N)$. 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 полуцикл 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 скудны и ограничиваются характеристиками, приведенными в работе [3].

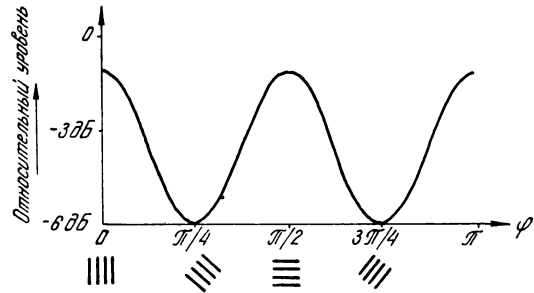


Рис. 1. Зависимость относительного уровня визуального восприятия штрихов от направления изменения яркости по данным работы [3]

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

$$A(v) = \frac{1 - \left[1 + \left(\frac{v}{\lambda_0} \right)^2 \right]^{-1}}{\left[1 + \left(\frac{v}{v_1} \right)^2 \right]^2}, \quad (2)$$

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

Заменяв 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 $\left[1 + \left(\frac{N}{N_0} \right)^2 \right]^{-1}$

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:

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

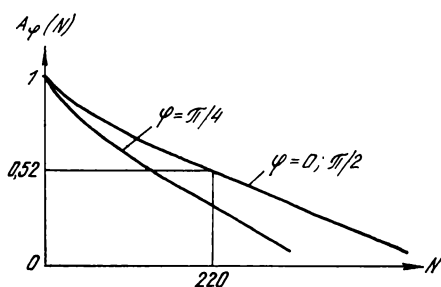


Рис. 2. Частотные весовые функции для различных направлений

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 размытости 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 размытости Δ_0 от угла φ , связанной с несовершенством зрительной системы.

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

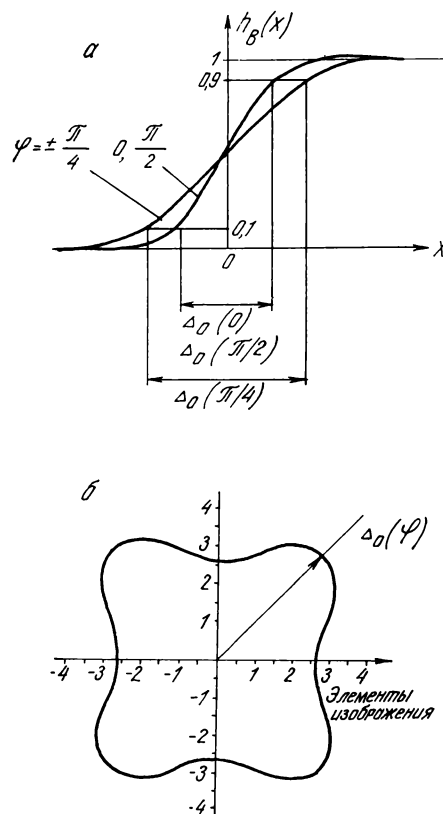


Рис. 3:

а — визуальные пространственные переходные характеристики при наблюдении предельно резкого перехода; б — зависимость визуальной зоны размытости 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 размытости 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 определяют 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-

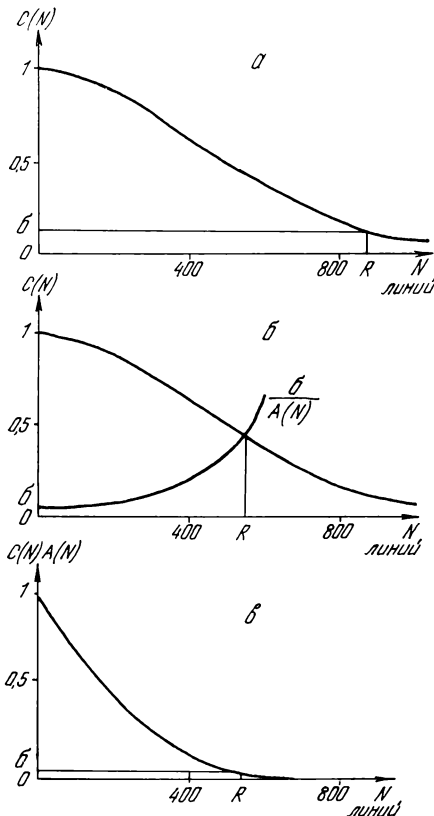


Рис. 4. Примеры определения разрешающей способности: а — по принятой в ТВ методике; б, в — с учетом частотной весовой функции зрительного анализатора

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

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

В формуле (8)

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

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

разрешающая способность зрительного анализатора в том же направлении.

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

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

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 направлении на относительном уровне $1/e$ импульсной характеристики.

Радиусам r_{ex} и r_{ey} соответствуют значения зоны размытости 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 ρ , r 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 телецентре 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 степени 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_y		
		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 полутемном 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 $P(V)$, выражающие связь качества с предложенными выше критериями (табл. 4). Приведенные в табл. 4 зависимости сглажива-

ТАБЛИЦА 3

Средние оценки качества в экспериментальных точках в баллах

План	Δx	Δy		
		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	P , 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	ξ	$H\xi$, отн. ед.	$r_{0\xi}$, дБ	$r_{1\xi}$, отн. ед.	ε , 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]:

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

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

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

Для расчета оценок качества в формуле (13) параметр $H\xi$ приравнялся 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.	P , баллы				P , баллы				P , 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 знание допустимых значений искажений для заданной оценки качества изображения. Эти значения могут быть определены из формулы, обратной по отношению к (14):

$$\bar{\epsilon} = 1 + 10^{\frac{20 \lg \frac{5-p}{p-1} - r_{0\bar{\epsilon}}}{20r_{1\bar{\epsilon}}}} \quad (15)$$

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

Р, баллы	Δ_x					
	по данным настоящей работы				по данным ра- боты [6], $\Delta_y \equiv$ $\equiv 2,1$ эл. из.	по данным ра- боты [7], Δ_y неизвестно
	мелкий план		в среднем для всех изображений			
	$\Delta_y =$ $\equiv 2,1$ эл. из.	$\Delta_y = \Delta_x$	$\Delta_y =$ $\equiv 2,1$ эл. из.	$\Delta_y = \Delta_x$		
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 поразному 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 характеристикой.

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 и 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. Watanabe A., Mori 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. Prosser 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 однострочных 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 однострочного ДИ ПЗС (рис. 1) представляет собой линейку дискретно

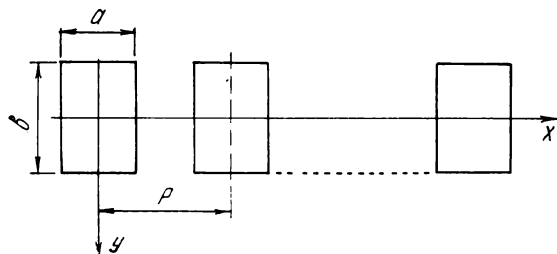


Рис. 1

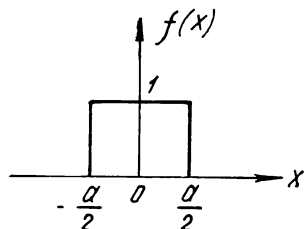


Рис. 2

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 однострочной ТВ системы по кадру

В однострочных 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_H центр чувствительного элемента однострочного ДИ ПЗС перемещается в направлении y на расстояние $d_y = VT_H$. От величины этого перемещения зависит форма функции распределения чувствительности элемента ДИ ПЗС в направлении y .

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 трапециевидальная 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 трапециевидальной функции и опуская промежуточные выкладки, можно записать:

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

Выражение (2) достаточно наглядно показывает влияние на модуляционную характеристику размера чувствительного элемента однострочного 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 множители 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 однострочной 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

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

Решение трансцендентного уравнения (3) относительно параметра b при известных a и VT_H или относительно VT_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

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

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 $VT_H > 0$. Следовательно, для выполнения условия оптимальности размер светочувствительного элемента должен быть уменьшен в направлении кадровой развертки. Кроме того, должно выполняться условие $VT_H < a$.

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 $VT_H = b$, 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 однострочных ДИ ПЗС и ТВ системы показывает, что, используя принятый критерий, можно практически рассчитать необходимые параметры для любой однострочной ТВ системы.

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

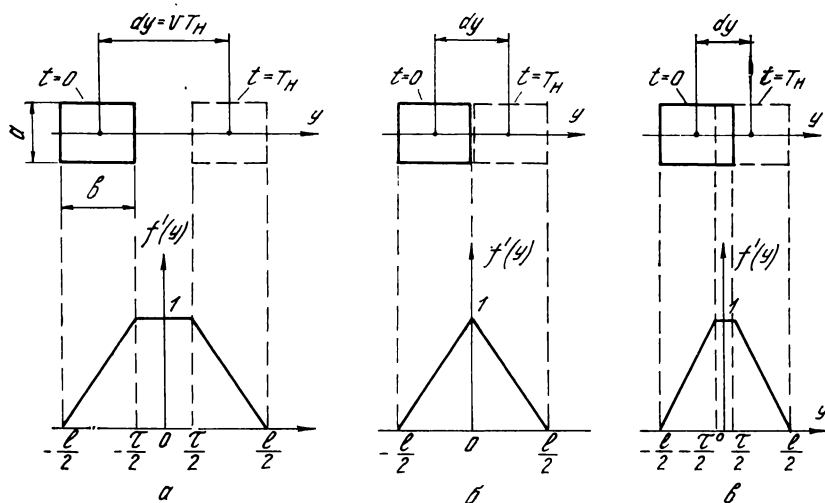


Рис. 3

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_z 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 кадровой переноса. В этом случае имеет место треугольное распределение чувствитель-

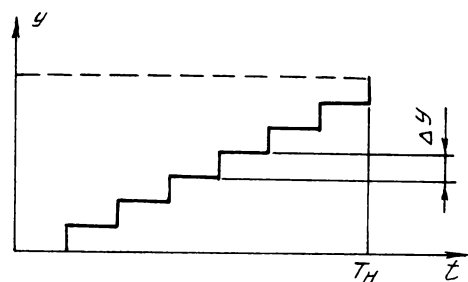


Рис. 4

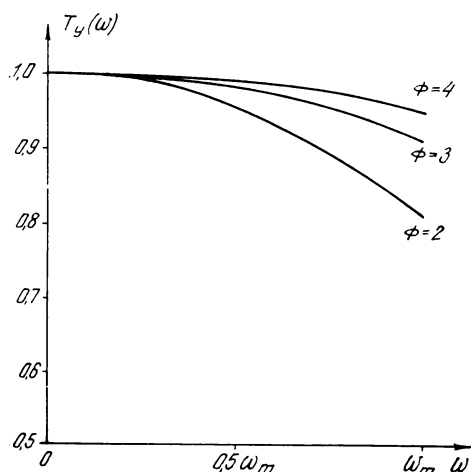


Рис. 5

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

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

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 однострочной системе 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 однострочной 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 $|V_z - V|$, 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

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

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:

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

Для того чтобы модуляционная характеристика по кадру была не хуже, чем по строке при $a=b$, необходимо выполнить условие $M \leq V/|V_z - V|$. 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:

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

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

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

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 однострочной 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 при накоплении 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 ПЗС.— «Техника средств связи». Сер. «Техника телевидения», 1978, вып. 3, с. 82—94.
4. Barbe 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 расположенными 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 раstra).

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.

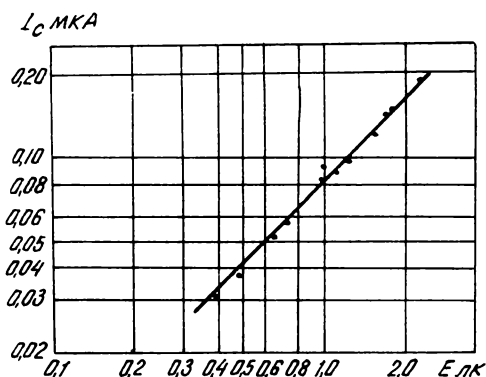


Рис. 1. Световая характеристика видикона ЛИ465

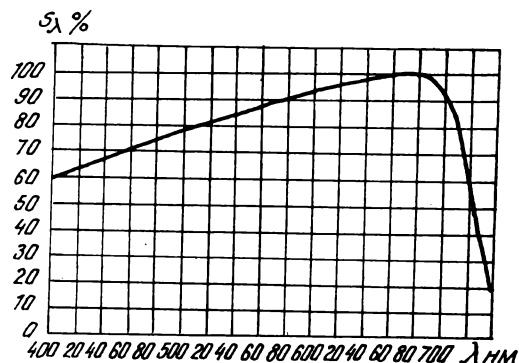


Рис. 2. Спектральная характеристика видикона ЛИ465

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 волны 680 нм (рис. 2). При освещенности мишени 1 лк от источника А и стандартном режиме разложения (625 строк, 25 кадров, чересстрочное разложение) разрешающая способность трубки 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,

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 g, 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 ЕМУ) 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 встречающуюся 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 диодами умножителя суперорotronа или сигнальной пластиной и выравнивающей сеткой видикона.

Защита входного каскада предварительного усилителя при включении и выключении E_c подробно рассмотрена в [1]. Короткое замыкание входной клеммы на корпус хотя и представляет 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 суперорotronах). 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 pn -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-

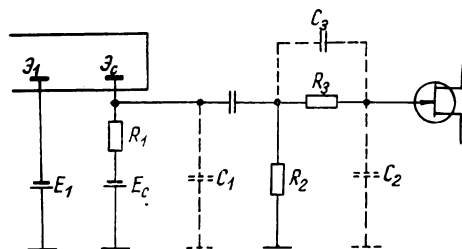


Рис. 1. Принципиальная схема входной цепи с защитной цепочкой:

\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 сколь угодно 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 сказывается 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 $I_{ш1}$, $I_{ш2}$ и $e_{ш}$ соответственно равны

$$I_{ш1} = \sqrt{\frac{4kT}{R_{вх}}},$$

$$I_{ш2} = \sqrt{\frac{4kT}{R_3}},$$

$$e_{ш} = \sqrt{4kTR_{ш}},$$

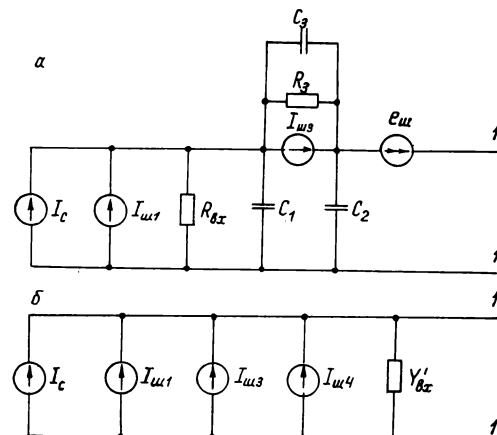


Рис. 2. Эквивалентная (а) и преобразованная эквивалентная (б) схемы входной цепи с основными шумовыми источниками:

$I_{ш1}$ — генератор тепловых шумов входного сопротивления; $I_{ш2}$ — генератор тепловых шумов сопротивления R_3 ; $e_{ш}$ — генератор тепловых шумов канала входного транзистора; I_c — генератор сигнала

где k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура по Кельвину; $R_{вх} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$; $R_{ш}$ — эквивалентное шумовое сопротивление полевого транзистора. С тем чтобы упростить эквивалентную схему, в ней не учтены дробовые шумы тока затвора, а также шумы передающей трубки, 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

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

Вычисляя интегралы квадратов шумовых токов $I_{ш1}$, $I_{ш3}$, $I_{ш4}$ в пределах от нуля до верхней граничной частоты $f_{в}$, можно найти эффективные значения этих токов. Для удобства анализа представим $I'_{ш3эфф}$ через $I_{ш1эфф}$, имея в виду, что роль тепловых шумов входного сопротивления и их влияние на отношение сигнал/шум подробно описаны в [2]. Окончательно

$$\begin{aligned} I_{ш1эфф} &= \sqrt{\frac{4kTf_{в}}{R_{вх}}}, \\ I_{ш3эфф} &= I_{ш1эфф} \times \\ &\times \sqrt{\frac{R_3}{R_{вх}} \left[\frac{\operatorname{arctg} \omega_{в} \tau_3}{\omega_{в} \tau_3} + \frac{\tau_1^2}{\tau_3^2} \left(1 - \frac{\operatorname{arctg} \omega_{в} \tau_3}{\omega_{в} \tau_3} \right) \right]}; \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{ш4эфф} &= \sqrt{\frac{4kTR_{ш}f_{в}}{R_{вх}} \left[\frac{\tau_{экв1}^4}{\tau_3^2} \cdot \frac{\omega_{в}^2}{3} + \frac{\operatorname{arctg} \omega_{в} \tau_3}{\omega_{в} \tau_3} - \right.} \\ &\rightarrow \left. - \left(1 - \frac{\operatorname{arctg} \omega_{в} \tau_3}{\omega_{в} \tau_3} \right) \left(\frac{\tau_{экв3}^2}{\tau_3^2} + \frac{\tau_{экв1}^4}{\tau_3^4} \right) \right]}; \quad (2) \end{aligned}$$

$$\text{где } \tau_{экв1} = \sqrt{\tau_{вх} \tau_3 + \tau_1 \tau_{23}};$$

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

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

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

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 $\operatorname{arctg} x/x$. Вклад в общий баланс шумов будет ничтожным (не более 5 % от вклада шумов входного сопротивления), если выполнено условие $C_3 \geq 15/\omega_{в} R_{вх}$. Шумы, определяемые вторым слагаемым, возрастают с ростом верхней граничной частоты. Однако их вкладом также можно пренебречь (не более 5 % от вклада $I_{ш1эфф}$), если выполнено условие

$$C_3 \geq 3C_1 \sqrt{R_{вх}/R_3}.$$

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 противושумовой коррекцией тепловые шумы входного сопротивления обычно ничтожно малы, сформулированные условия могут быть смягчены в два-три раза.

Рассмотрим теперь формулу (3). Оценим $I_{ш4эфф}$ сверху, имея в виду, что функция $\operatorname{arctg} x/x$ изменяется в пределах от 1 до 0 при изменении x от 0 до ∞ . С учетом этого

$$I_{ш4эфф} \leq \sqrt{\frac{4kTR_{ш}f_{в}}{R_{вх}} \left(\frac{\tau_{экв1}^4}{\tau_3^2} \cdot \frac{\omega_{в}^2}{3} + 1 \right)}. \quad (3)$$

Известно [3], что в случае отсутствия защитной цепочки эффективное значение эквивалентного шумового канала транзистора $I'_{ш4эфф}$ определяется выражением

$$I'_{ш4эфф} = \sqrt{\frac{4kTR_{ш}f_{в}}{R_{вх}} \tau_{вх}^2 \frac{\omega_{в}^2}{3}}. \quad (4)$$

Из выражений (3, 4) следует, что относительное увеличение шумового тока канала при установке защитной цепочки $\gamma = I_{ш4эфф}/I'_{ш4эфф}$ не превысит некоторой допустимой величины ε , если выполнено условие

$$C_3 \geq \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \sqrt{\varepsilon^2 - \frac{3}{\omega_{в}^2 \tau_{вх}^2} - 1}. \quad (5)$$

Для предварительных усилителей с противושумовой коррекцией всегда справедливо соотношение $\omega_{в} \tau_{вх} \gg 1$. 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

$$(1 + Y_1 Y_2 / Y_3 Y_{вх})^{-1}.$$

Анализируя это выражение, можно показать, что с ростом частоты от 0 до ∞ значение K по абсолютной величине монотонно убывает от 0 до значения $K_{мин} = [1 + C_1 C_2 / C_3 \times (C_1 + C_2)]^{-1}$.

Подставляя в это выражение значение C_3 из (6), получим

$$K_{мин} \leq \varepsilon^{-1}.$$

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 отрицательной обратной связи [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, $R_{вх} = 100$ кОм, $C_1 = C_2 = 10$ пФ, $f_{в} = 7,5$ 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 высчитать минимально возможное значение емкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. К с е н о ф о н т о в Л. С., Н и к и т и н а Е. В. Предварительный усилитель с низкоомной входной цепью для камеры на трубке суперортикон.—«Вопросы радиоэлектроники», сер. «Техника телевидения», 1967, вып. 1, с. 15—18.
2. К р а с и л ь н и к о в Н. Н. Помехоустойчивость телевизионных устройств. М., «Госэнергониздат», 1961, с. 21—26.
3. S a k a i 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.
4. Б а с с 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 неустойчивости положения и размеров раstra на мишени передающей трубки (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 растров и временное положение сигналов изображения по своей природе неустойчивы и поэтому не могут использоваться для получения точной информации о рассогласовании растров, а в однотрубной 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

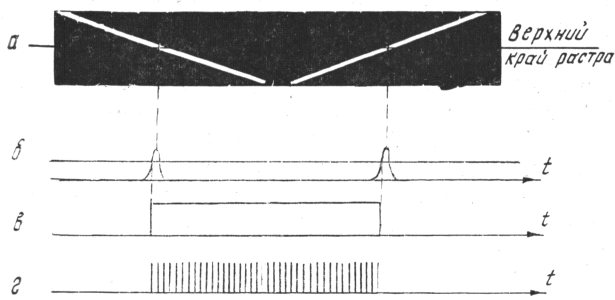


Рис. 1

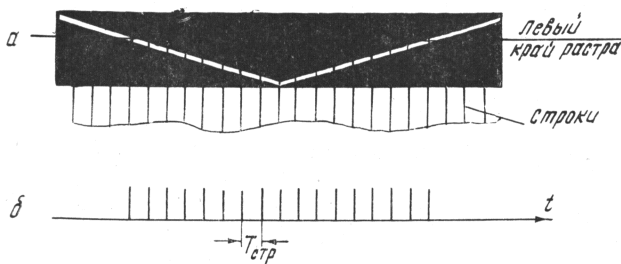


Рис. 2

относительно опорного испытательного изображения.

Преобразование контрольного сигнала изображения (от испытательного изображения) и формирование управляющих напряжений для автоподстройки параметров раstra осуществляется устройством, структурная схема которого приведена на рис. 3. Устройство автостабилизации содержит четыре независимых канала, включающих много-разрядный 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 двоичному числу импульсов заполнения при номинальном положении раstra, например по вертикали. Если на реверсивный счетчик (по вертикали) подается сигнал с числом импульсов $n + \Delta n$, соответствующим положению сдвинутого вверх раstra, 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-

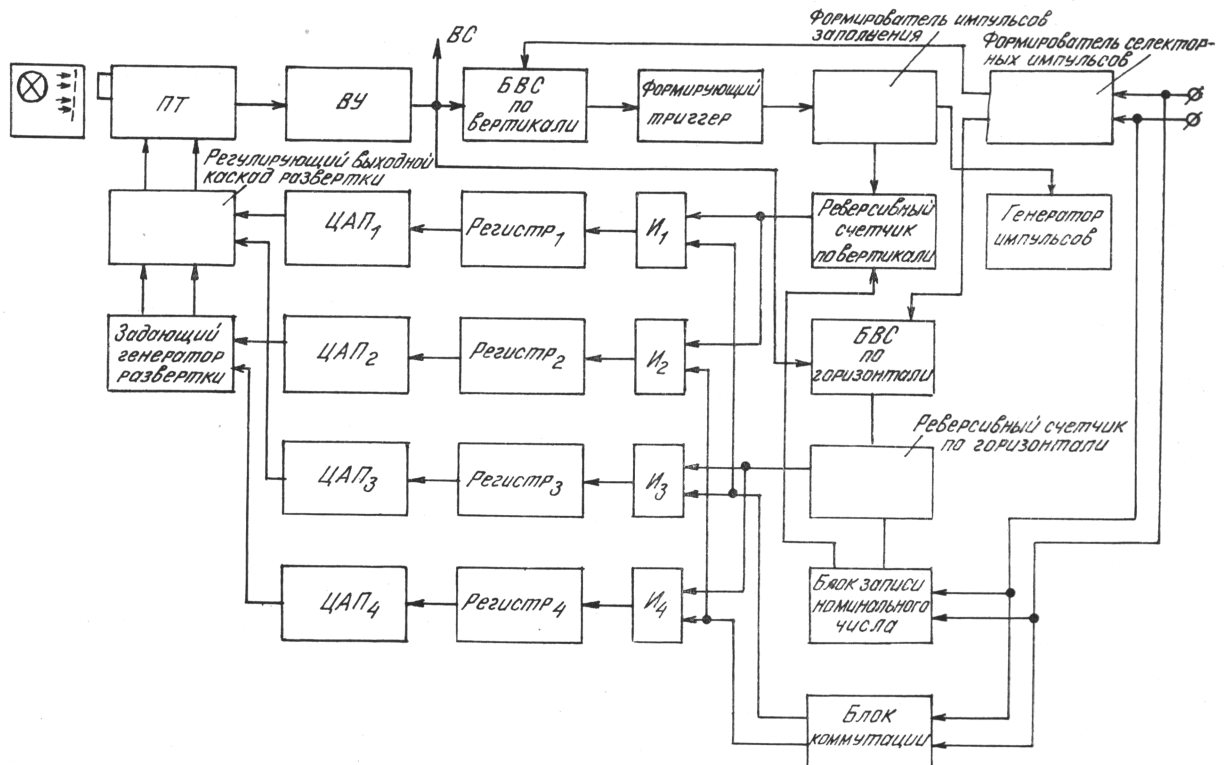


Рис. 3

ния раstra по вертикали (схема И₁, 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 раstra по вертикали.

Канал автоподстройки размера раstra по вертикали включает в себя реверсивный счетчик (по вертикали), логический элемент И₂, 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 раstra 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 рядов 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 раstra могут поддерживаться с точностью до $\frac{1}{8}$ апертуры.

Этот же принцип использован и в каналах автоподстройки положения и размера раstra 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 И₄, регистр-4, ЦАП-4 предназначен для регулирования размеров раstra по горизонтали по описанному принципу.

Синхронность и синфазность взаимодействия всех узлов устройства автоподстройки обеспечиваются блоками коммутации и записи номинального числа в счетчиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schmillon, Klaus. Патент ФРГ, № 1290575 от 30 ноября 1966 г. (13.03. 1969 г.)
2. Critchley A. W. Automatic Centering Unit for the Registration of a Three-Tube Color Television Camera.— JSMPT, 1972, 81, N 1, p. 4—13.
3. Петраков А. В., Горохов В. П., Клевалин В. А. Измерение нестабильности раstra передающих ТВ трубок.— «Техника кино и телевидения», 1971, № 6, с. 52.
4. Турченков Л. П. Автоматическая стабилизация положения и размеров раstra.— «Техника кино и телевидения», 1973, № 3, с. 41—45.

Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники

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 тонателее с универсальной аппаратной, объединяющей аппаратные записи, воспроизведения и кинопроекции.

Используемое тонателее 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 ателее, 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 разглушении зала — 0,55 с в области средних частот.

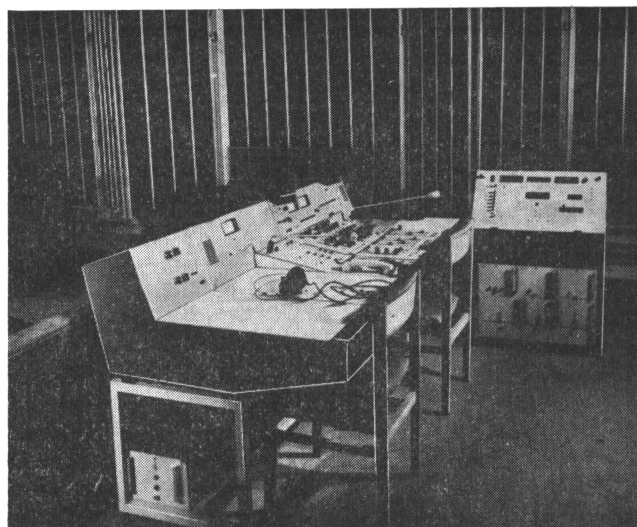
В период эксплуатационных испытаний киностудия на комплексе КЗМ-24 провела технологическое опробование и полный цикл работ по дублированию только одного кинофильма, потому что комплекс КЗМ-24 в своей первоначальной комплектации работал крайне нестабильно, в основном из-за несовершенства конструкции технологического кинопроектора 23КПЗ, который не всегда обеспечивал точную установку кадра в рамке, имел тягу обтюлятора и часто обрывал киноленту.

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 предназначается 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.

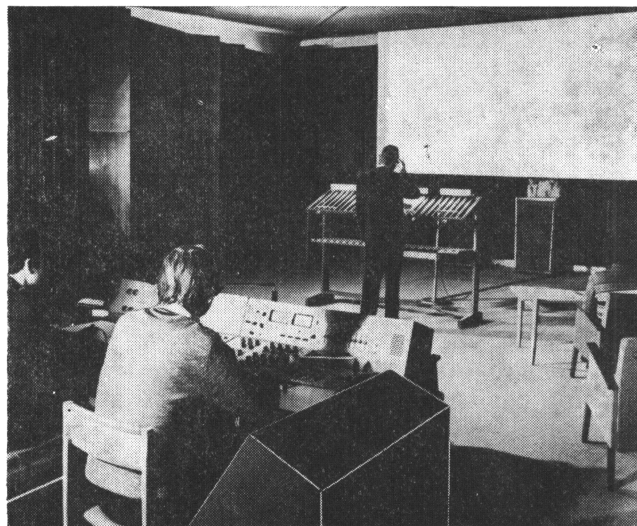
Еще до модернизации комплекса КЗМ-24 на нем было проведено дублирование болгарского художественного фильма «Сладкие и горькие» (режиссер И. Гуров, звукооператор В. Гришин). Работа над этим фильмом, конечно, еще не дала возможности до конца оценить все стороны предлагаемой системы, однако уже можно сделать 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, устраняя 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 «репличную» дорожку и уменьшая за счет этого количество фонограмм, поступивших на перезапись;

- в ситуации, когда один из участвующих в диалогах актеров заболел или уехал в другой город, режиссер имеет возможность записать голос только одного партнера, с тем чтобы голос второго дописать 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 челночного 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, вырабатывающий 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 расщепления 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 К155 (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 24H (H=64 мкс). Импульсы U1 и U5 служат для формирования на микросхеме D9 гасящих импульсов строк. Импульсы U2, U3 и U4 поступают на схему

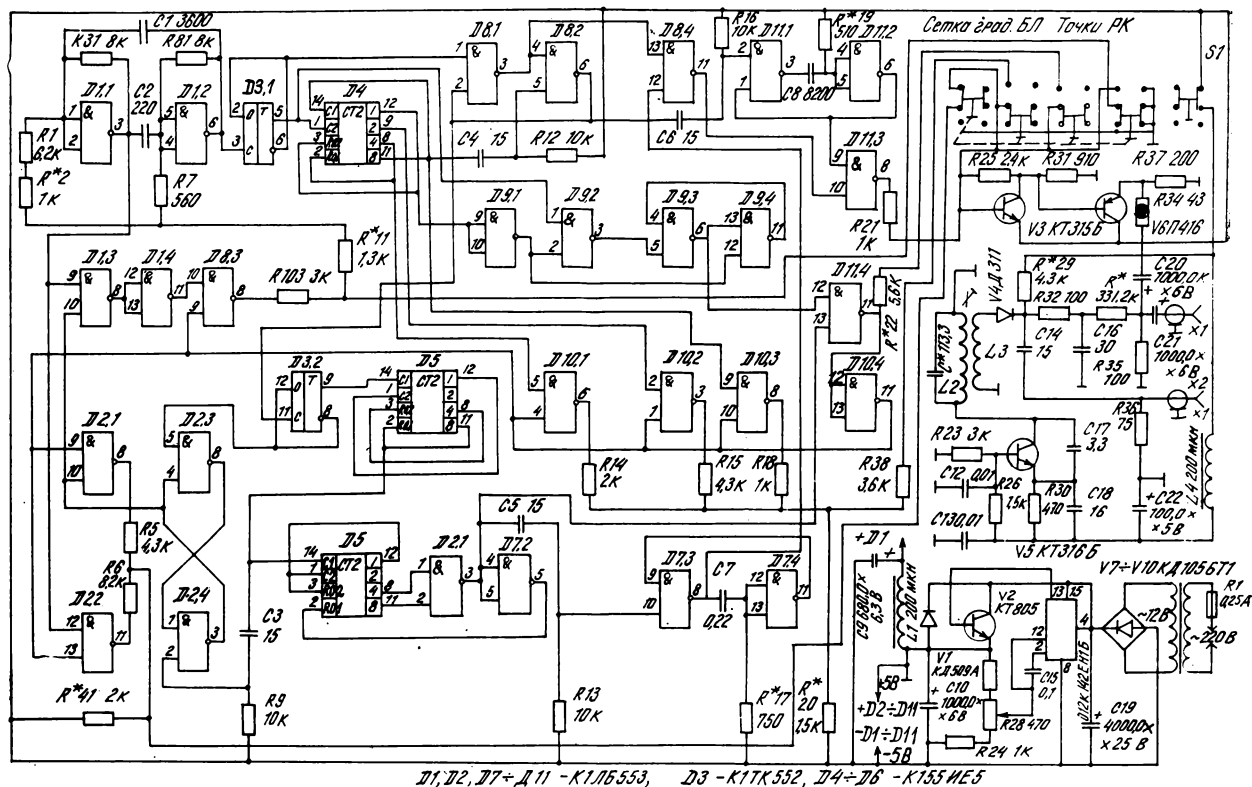


Рис. 1. Схема прибора:

элементы Д1, Д2, Д7 — Д11 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 $D_{2.4}$ снимается сигнал горизонтальных линий сетчатого поля.

Одновибратор на элементах $D_{11.1}$, $D_{11.2}$ служит для формирования строчных синхронизирую-

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 2,5 Н 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-

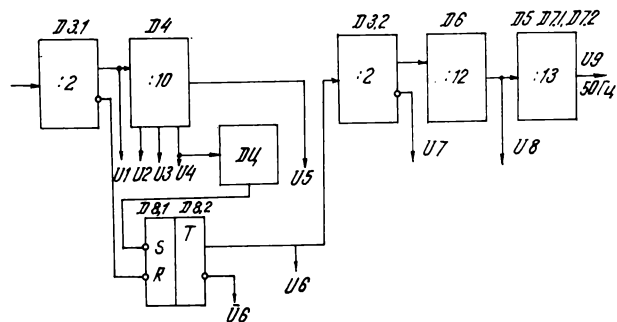


Рис. 2. Функциональная схема линейки делителей частоты

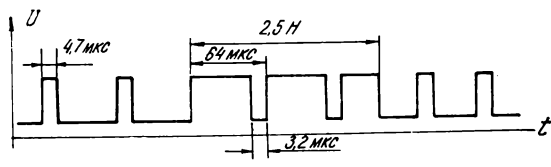


Рис. 3. Сигналы синхронизации

ный элемент $D10.4$ 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 градиаций 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 градиаций, 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

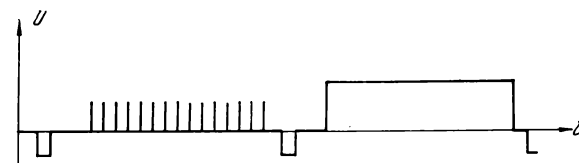
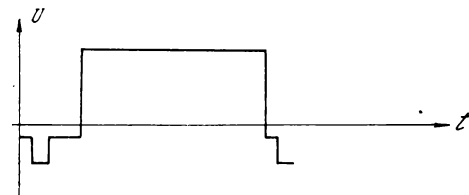
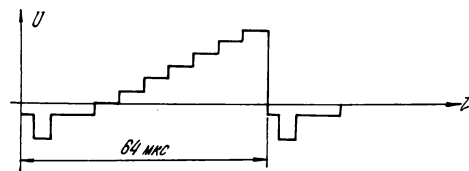


Рис. 4. Сигналы вертикальных градиаций, белого и сетчатого полей

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., Бызеев В. Стабилизаторы напряжения на К 142 ЕН.—«Радио», 1978, № 10, с. 31.

В. Г. Гетьман, Ю. П. Ковалев

Кировоградский завод радиоизделий

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 кинопроекторных 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 кинопроекторной 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 кинопроекторных 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].

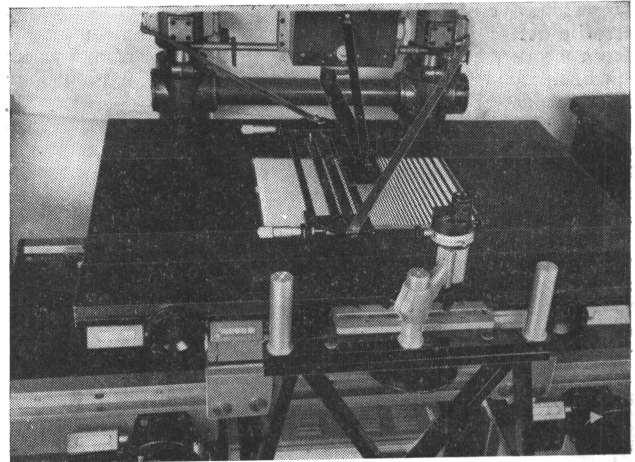
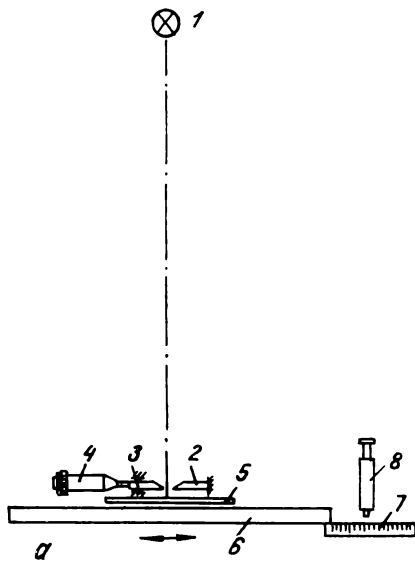
Начатые в 60-х годах разработка и производство телевизионных тест-фильмов, диапозитивов и испытательных таблиц быстро развивались под влиянием роста потребностей телевидения. Именно эта продукция, предназначенная для контроля и регулировки передающих устройств телекино- и теледиапроекторов, основная 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 телекинопроекторной 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 мир (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 мир с любой, в том числе с переменной частотой (рис. 2), миры выполняются на фотопластинках 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 Pagra). Отпечатки мир с негативов, полученных на такой установке, используются при

Применение	Формат, мм							Всего
	фильмы		диапозитивы			таблицы		
	16	35	50×50	85×85	254×305	254×305	330×440	
Телевидение	38 ¹	39 ¹	20 ¹	18	18	4	4	141
Кинематография	11	11	—	—	—	—	—	22

¹ Один вид — с цветной восьмипольной шкалой.



6

Рис. 1. Фотомеханическая установка для изготовления штриховых мир

а) схема:

1 — источник света; 2 — неподвижная линейка; 3 — подвижная линейка; 4 — микрометрический винт; 5 — фотопластинка; 6 — подвижной стол; 7 — стеклянная масштабная линейка; 8 — визирный микроскоп. Максимальный размер фотопластинок 600×800 мм; длина линий до 400 мм; относительная погрешность миров до 0,1 %

б) основные узлы установки при работе

монтаже оригиналов испытательных таблиц. Для получения просветных тест-объектов применяется горизонтальный фоторепродукционный 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.

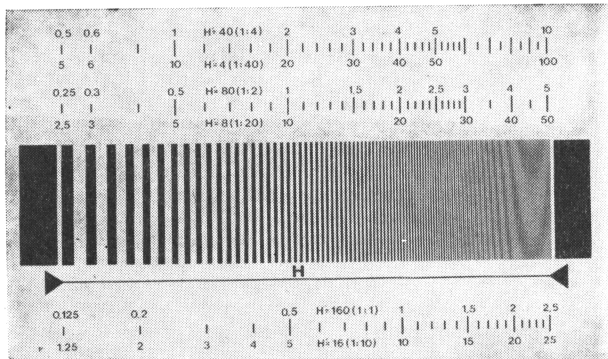


Рис. 2. Мира для определения разрешающей способности объективов кинокамер, фотографических и репродукционных аппаратов. На шкалах указаны частоты в лин/мм для различных масштабов съемки

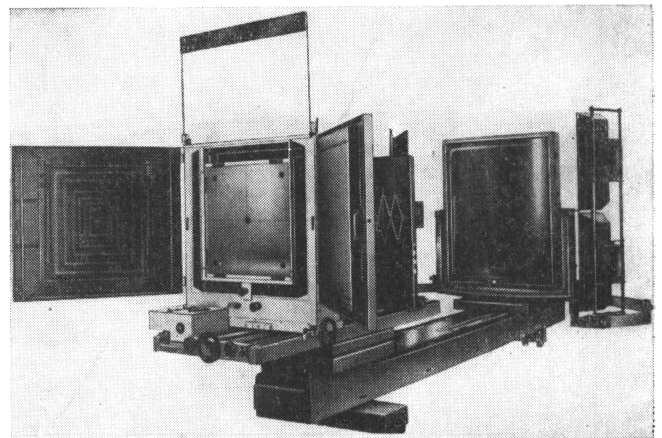


Рис. 3. Горизонтальный фоторепродукционный аппарат АНЕ-56. Осветитель — четыре ксеноновые лампы по 2250 Вт. Оригиналосдержатель и кассета оснащены вакуумным прижимом. Размеры оригинала на отражение 900×1200 мм, на просвет 600×800 мм. Масштабы съемки: увеличение до $5\times$, уменьшение до $30\times$. Камера имеет поворот на 90° для съемки через зеркало (для получения зеркального изображения)

В сочетании с кинопленкой высокого разрешения Kodak Microfile ANU это позволило достичь уверенного разрешения в каждой из 35 штриховых пар, 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 площади 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-

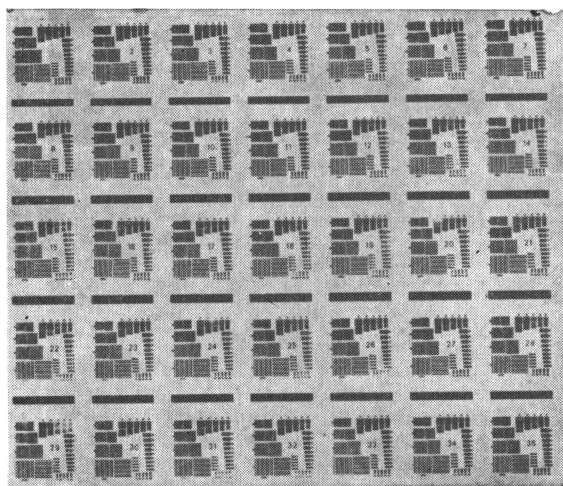


Рис. 4. Изображение кадра 35-мм тест-фильма для проверки разрешающей способности при печати

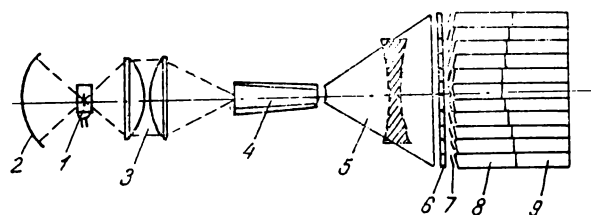


Рис. 5. Схема установки для получения градационных клиньев:

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 мир 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 трубки 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 мирами. При изготовлении тест-объекта для фильмов и диапозитивов с мирами 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 — полутоновые).

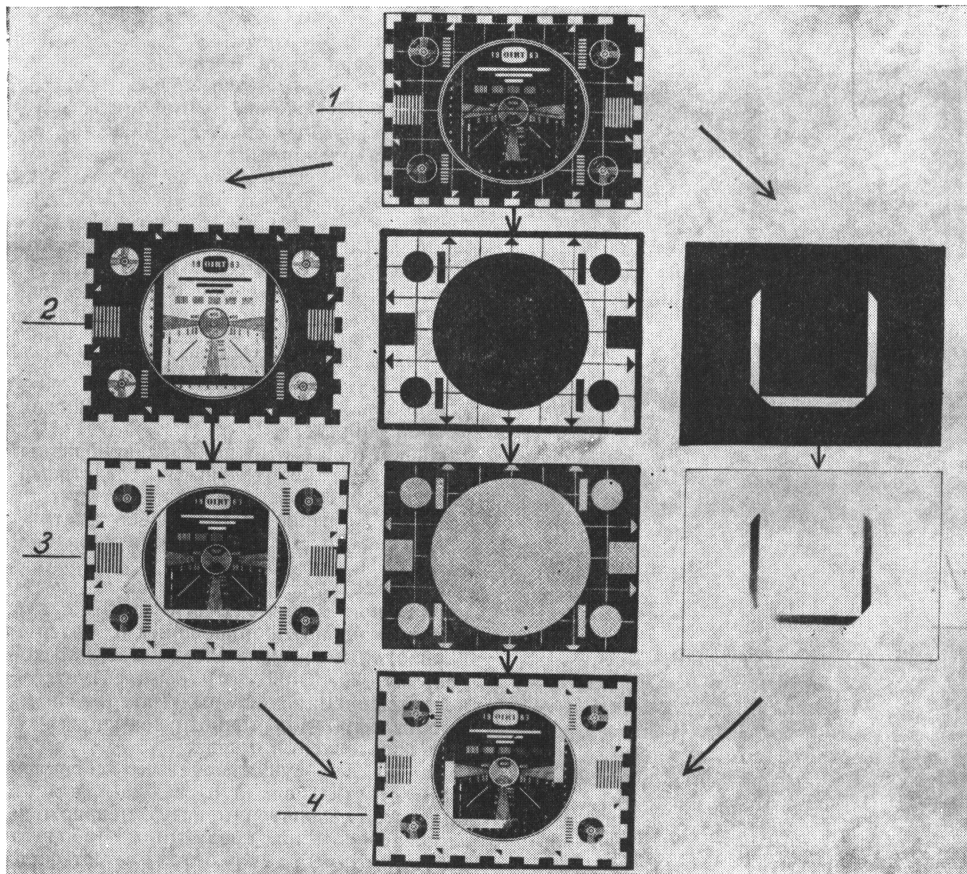


Рис. 6. Схема получения тест-объекта универсальной таблицы:

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, ТК-1, КТК-3; 16-мм — Mitchell и 16/35 ТК-4. Контргрейферные устройства в этих аппаратах обеспечивают необходимую устойчивость кадра. Аппарат КТК-3 оснащен сменными грейферными механизмами для стандартной и негативной формы перфорации. Пленка с негативной формой перфорации используется

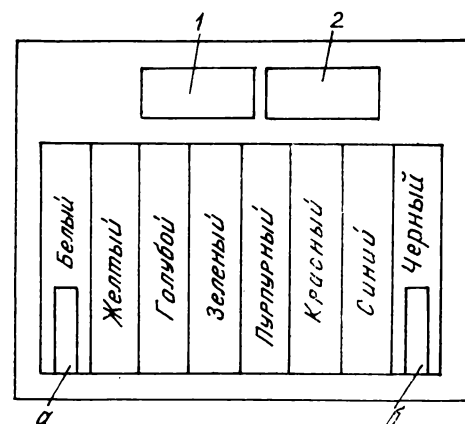


Рис. 7. Схема таблицы с цветной шкалой:

1, 2 — серые плотности; а, б — участки с минимальным визуальным отличием по плотности

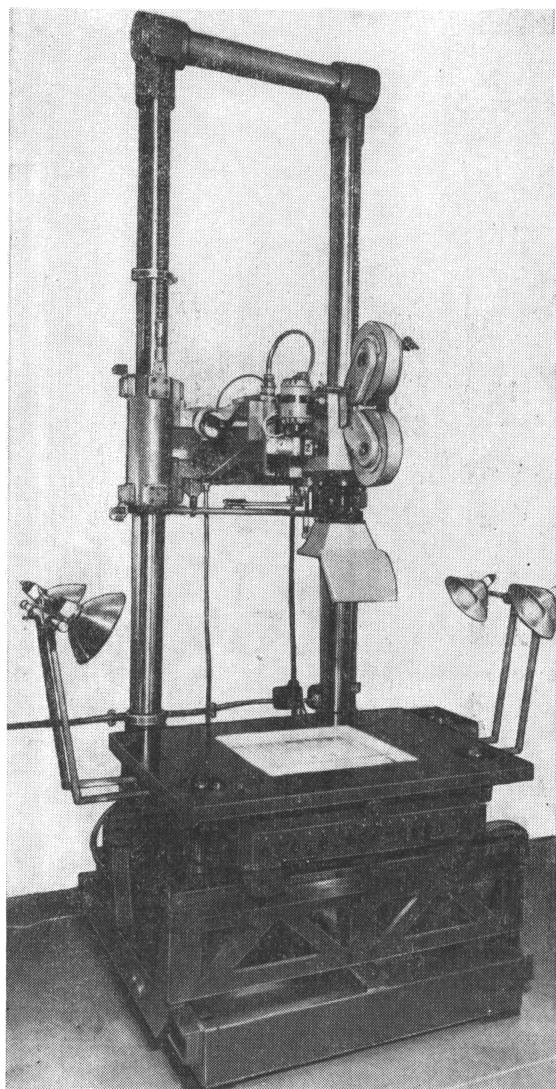


Рис. 8. Установка для съемки тест-фильмов (показана съемка на отражение)

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 Cinephon 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 отобранные 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 Debré 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 ВУЗОПТ 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 ВУЗОПТ. Kontrolni Televizni a Obrazove Standarty, 1977.
2. Вечер ж а М. Способы маскирования при экспонировании полутонных тест-объектов и частотных растров. — Труды XII Конгресса УНИАТЕК, Москва, 1976.
3. М р а ч е к 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., Кривичкая Р. Я. Испытательный фильм для черно-белого и цветного телевидения. — «Техника кино и телевидения», 1968, № 8, с. 32—41.
5. Večeřa M. Fotografické zpracování televizních zkušebních obrazců. — Jemná mechanika a optika, 1964, IX, Cerv., 197.
6. Večeřa M. 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 киноплёнки; 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 $80 \times 312 \times 120$ мм, масса (с объективом) 2 кг. По требованию заказчика кинокамера комплектуется различными принадлежностями. Ил. 1.

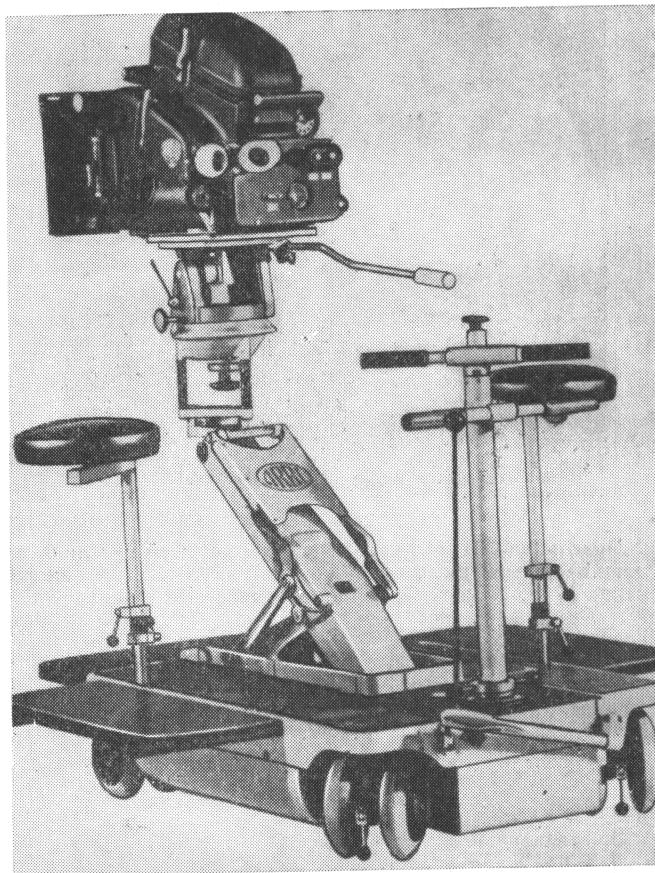
г. и.

УДК 771.345

Малогабаритная операторская тележка Aggi, проспект фирмы, ФРГ.

Приведено краткое описание малогабаритной операторской тележки западногерманской фирмы Aggi (см. рисунок).

Тележка Aggi 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 Optinol 50/45, подлежащей замене каждые два года. Рама



шасси покоится на четырех двойных колесах с мягкими резиновыми шинами. Колеса имеют индивидуальные стопорные замки. Компенсационный механизм в системе управления колесами устраняет самоторможение при тугих поворотах. Ил. 1.

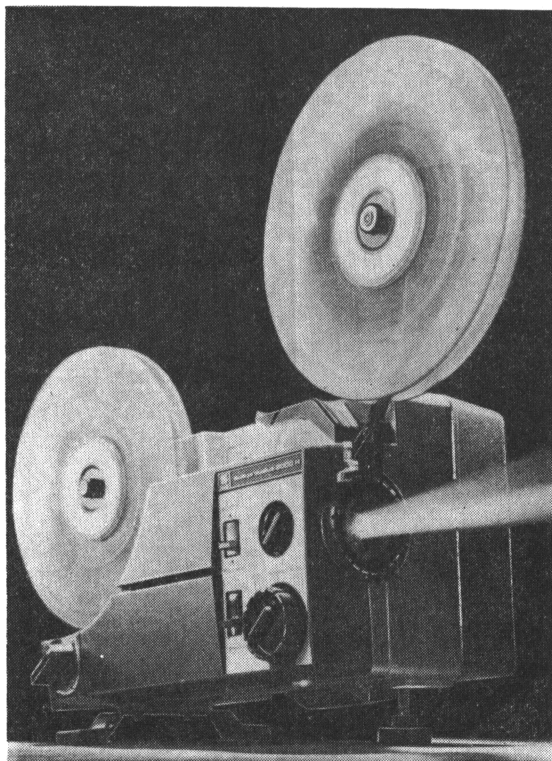
г. и.

УДК 778.55:771.531.352

8-мм кинопроекторы Sankyo Dualux, проспект фирмы Maeyakawa Trading Co., Япония.

Кинопроекторы Sankyo модели 1000 и 2000H 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 $267 \times 182 \times 153$ мм, масса 4,8 кг.



Модель 2000 Н. Отличается от предыдущей модели более мощным источником света — галогенной 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, шпинделями для бобин форматов S8 и обычного, пылезащитным чехлом и щеткой. Ил. 9.

Г. И.

УДК 791.45

Шестизальный кинотеатр, Rivista Tecnica 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.

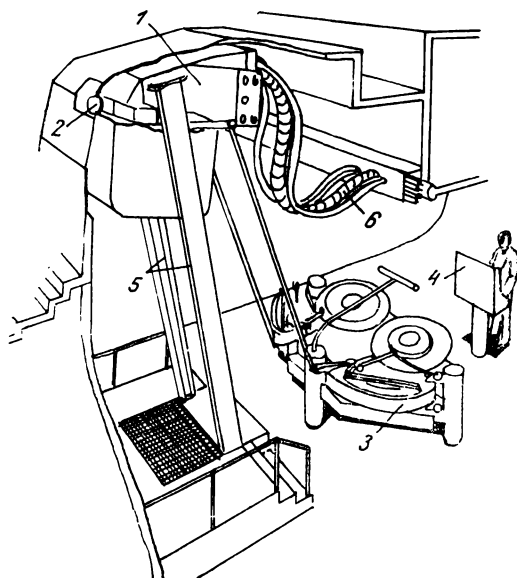
Шесть киноаппаратных оборудованы системой автоматизации кинопоказа. Кинопроекторы итальянской фирмы Cinemekkanika оснащены ксеноновыми фонарями различной мощности: 4 фонаря Zenith X6500 для двух больших зрительных залов; 8 фонарей Zenith X2001H для остальных четырех. Звуковоспроизводящая система во всех зрительных залах осуществлена транзисторными усилителями C/100PT.2A. Ил. 1.

Г. И.

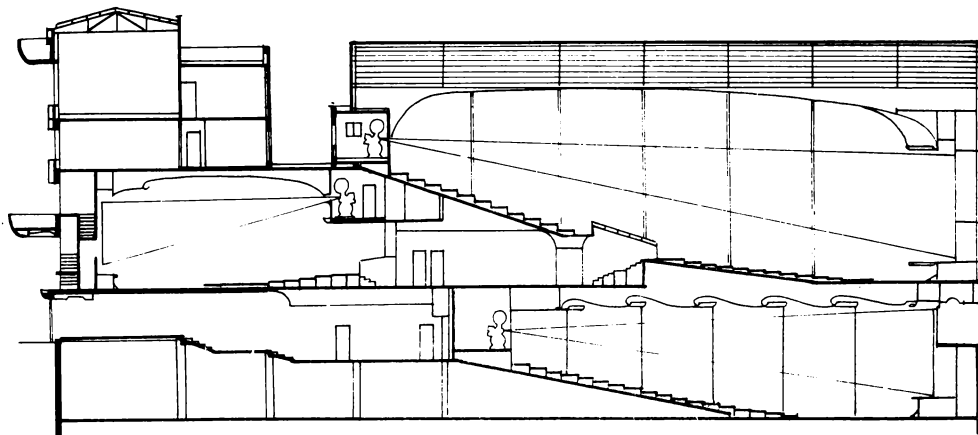
УДК 778.534.16

Система Omnimax, 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 полиэфирной основы позволило значительно увеличить срок службы фильмокопии, 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 Iпax создать новую систему Omnipax для проекции на куполообразный экран, подобный применяемому в планетариях. Первый кинотеатр для системы Omnipax был открыт в США в 1973 г. и в течение первых четырех лет эксплуатации обслуживал в среднем около полумиллиона 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 горизонтали 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 Omnipax 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 внестудийного 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 внестудийного 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 внестудийного репортажа.

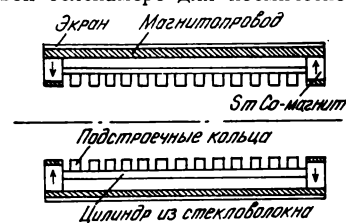
В студийном варианте камеры на 30-мм плюмбиконах оставлены оптическая система и базовая плата камеры Mark VIII. Разработаны новые предварительные усилители, источник питания, схема двусторонней связи, добавлен диск со светофильтрами коррекции цветовой температуры. Особое внимание уделено блоку камерного канала, размер и потребление по мощности которого уменьшены вдвое. Предусмотрены следующие автоматические регулировки: совмещение (с помощью встроенного диакопла и специального диапозитива); балансировка белого (с индикацией на видискателе) и балансировка черного; динамическое усиление и установка уровня черного; диафрагмирование 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., Prepr. 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 мелких деталей 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» трубки. 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 фотоматрицы 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 осуществляет специально подобранный органический фотолуминофор, наносимый тонким слоем на светоприемную сторону матрицы. Коротковолновое излучение 100—400 нм возбуждает в фотолуминофоре свечение зеленого цвета (520 нм), уже непосредственно воздействующее на кремниевый фотослой.

Проверка эффективности преобразования проведена на малозлементных фрагментах фотоматрицы 800×800 элементов, предназначенной для орбитального ТВ телескопа. Площадь элемента была 15 мкм^2 , 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 $5 \cdot 10^6$ электрон, уровне темнового тока менее 0,1 электрон/с на элемент среднее квадратичное 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 фотолуминофора. Список лит. 7.

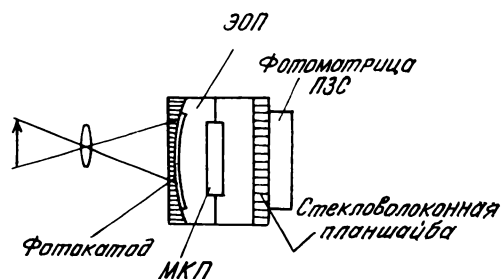
И. М.

УДК 621.396.6:181.48

Высокочувствительный передающий прибор с самосканированием, Elektronik, 1979, № 3, 85.

Конструктивно-технологические трудности реализации передающих фотоматриц с чисто электронным докоммутированным усилением изображения вызвали к жизни компромиссный вариант высокочувствительных приборов — на основе модульного сочленения ЭОП и светочувствительной ПЗС-матрицы.

Устройство сочлененного прибора с электронно-оптическим усилением и самосканированием разрабатывается фирмой ИТТ (рис.). Сочленение осуществляется через стекловолоконную планшайбу в экранном узле ЭОП; необходимость в специальной конструкции матрицы и утоньшении ее центральной части отпадает и применима любая из существующих фотоматриц и с по кадровым и с межстрочным 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.



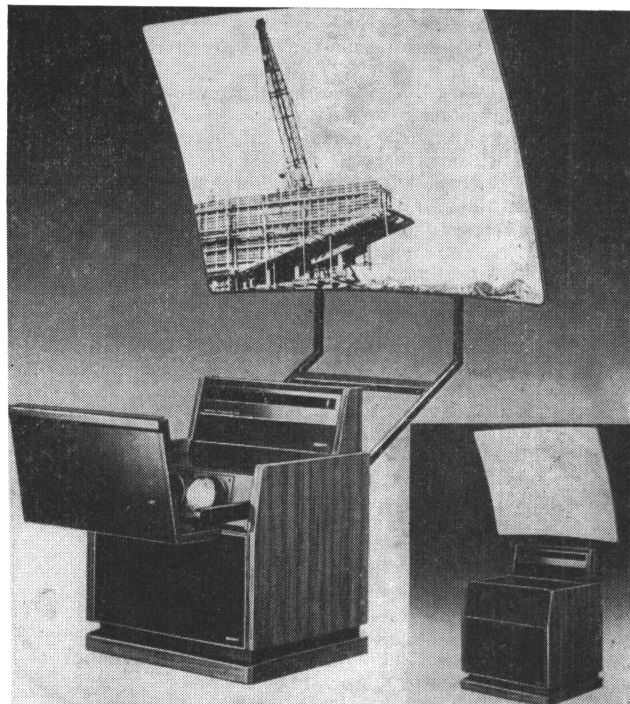
Сконструировано три варианта прибора с разным размером изображения: F4130 ($\varnothing 18 \text{ мм}$), F4131 ($\varnothing 25 \text{ мм}$) и F4132 ($\varnothing 40 \text{ мм}$). При разрешении, незначительно отличающемся от определяемого числом светочувствительных элементов фотоматрицы на выходе прибора, ожидают достижения чувствительности 10^{-4} — 10^{-3} лк. Такие параметры позволяют малогабаритному сочлененному прибору конкурировать с передающими трубками типа суперкремникон. Ил. 2.

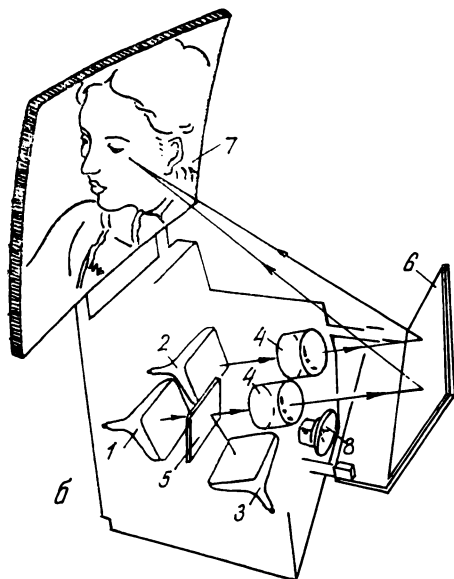
И. М.

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 $f=170 \text{ мм}$, 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 телеизображения (по белому пику) 200 кд/м² для аппарата КР-5010PS и 100 кд/м² 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.

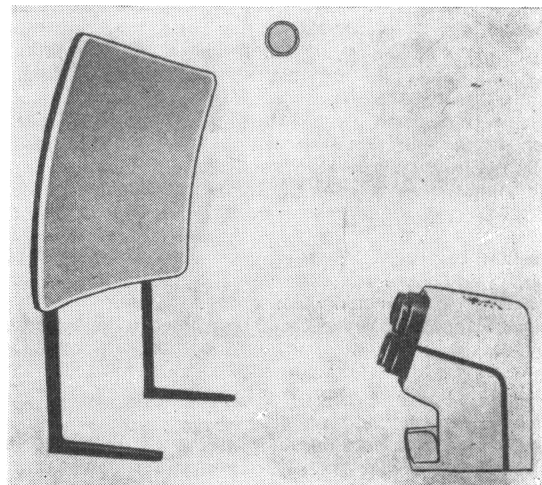
Габариты: КР-7210PS—2299×1510×1222 мм, масса 110 кг; КР-5010PS—1746×1054×618 мм, 99,5 кг. Питание от сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 240 В частотой 50/60 Гц. Потребляемая мощность каждого телевизора 240 Вт. Аппараты комплектуются кабелем для подключения к электросети. Ил. 2.

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). Трехтрубное устройство проецирует изображение на экран с диагональю 2,20 м. В качестве датчиков видеосигнала также могут быть использованы видеоманитофоны, 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.

Киноплёнка и ее фотографическая обработка

УДК 771.534

Развитие фотографической чувствительности от начала существования фотографических систем до наших дней, Bogan 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.

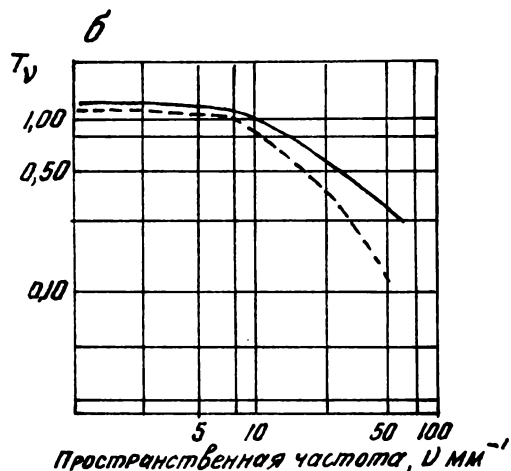
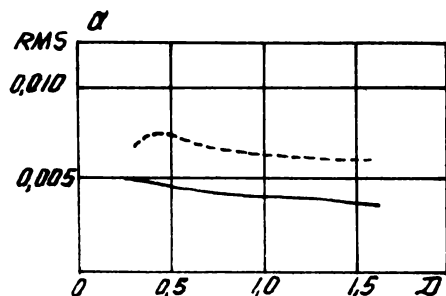
УДК 771.531.35:778.6 (520)

Два новых типа цветных киноплёнок Fujicolor, Н а - г а М. SMPTE Journ., 1978, 88, № 7, 469—473.

Рассматриваются характеристики двух новых цветных киноплёнок Fujicolor.

Цветная негативная плёнка 8517/8527 (фирменное обозначение N7) имеет обычное расположение трех эмульсионных слоев, чувствительных к трем зонам видимого спектра и состоящих каждый из двух полуслоев различной чувствительности. Сверху, под защитным слоем находятся синечувствительные слои (желтая компонента), затем фильтровый, зеленочувствительные (пурпурная компонента), промежуточная прослойка и красночувствительные слои (голубая компонента). Противоореольный слой находится между нижним эмульсионным слоем и безопасной основой в отличие от предшествующей плёнки 8516/8326, где он помещен с наружной стороны основы. Плёнка сбалансирована для съемок при свете ламп накаливания (100 ASA). Указаны светофильтры для съемок при дневном освещении (64 ASA) и флуоресцентном свете.

Новая плёнка отличается от предшествующей меньшей зернистостью и лучшей резкостью, что иллюстрируется рисунком, где показаны средняя квадратичная гранулярность RMS (а) и коэффициент передачи модуляции T_v (б) новой (—) и предшествующей (---) плёнок. Кроме того, у новой плёнки больший цветовой охват и большая фотографическая ширина. Хороший цветовой баланс сохраняется в интервале освещенностей от 2 : 1 до 32 : 1.



Плёнка обрабатывается при повышенной температуре (процесс Fujicolor или Kodak ESN-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 плёнки.

Цветная позитивная киноплёнка Fujicolor Positive HP 8813/8823 рассчитана на обработку по процессам — высокотемпературному Fuji или Kodak ESN-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 красночувствительных слоев и несколько большим для синечувствительного слоя, лучшей передачей серого и черного. Сохраняемость скрытого и проявленного даже без применения стабилизирующей ванны изобращения такая же, как у предшествующей плёнки.

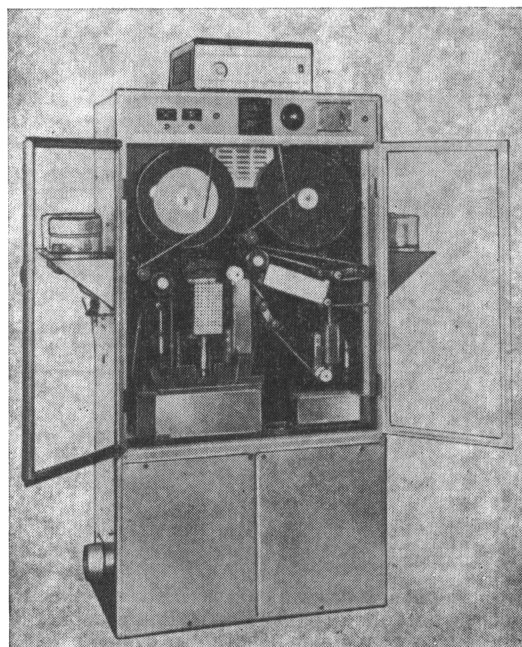
В достаточно широких пределах плёнка мало чувствительна к колебаниям условий обработки: допускает расширение допустимых отклонений температуры проявления от ± 1 до $\pm 0,5$, занос в прерывающий раствор до 3 г/л проявляющего вещества CD-2, изменение его pH в пределах 4,7—5,0. Возможно исключение стоп-ванны, 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 новейшая модель высокоскоростной компактной машины Remier для ультразвуковой очистки и обработки кинофильмов (см. рисунок). Эта фирма также выпускает перематывающие устройства, звукочитающие аппараты и синхронизаторы, склеивные прессы, пластиковые 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 электронно-копировальном приборе 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 электронно-копировального 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, временном и амплитудно-временном 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., Петрушкин А. 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. Amer. 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 свыше 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 проявочной машине или в отдельном помещении. Базовая модель кинопроектора (Film Facit™) оснащена оптическим компенсатором с 24-гранной призмой и может применяться для фильмов всех форматов от 8- до 35-мм. Отсутствие фильмового канала устраняет опасность нанесения царапин и позволяет проецировать на экран звуковую дорожку и лефорации. Кинопроектор может работать со скоростями 0—480 кадр/с в прямом или обратном направлении.

Е. Н.

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 объектов; 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., Шахпаруянц Г. Р., Ключев 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 цветопередающие свойства осветительных установок. Ил. 3, список лит. 5.

Г. И.

УДК 621.327:621.326:545.15

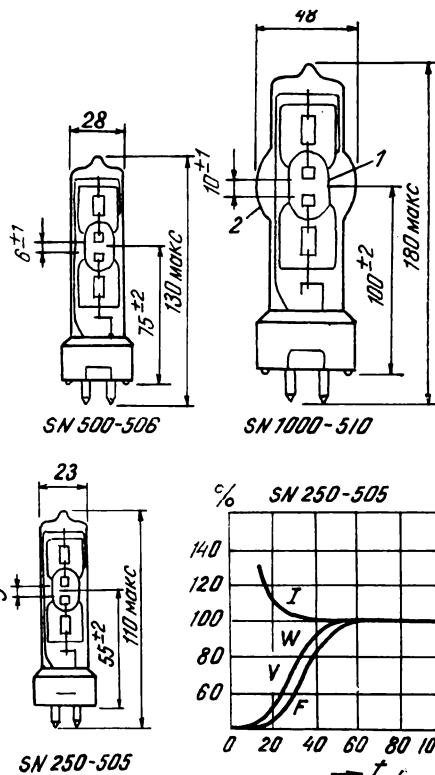
Преимущества оловогогалогенных короткодуговых ламп, проспект фирмы Philips.

Дано описание выпускаемых фирмой Philips газоразрядных короткодуговых оловогогалогенных 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 йодиды 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, SnI, 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.).

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



Оловогогалогенные 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 оловогогалогенных 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, Kolasa A. 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 обь-

ективы с $f=15\text{--}250$ 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 фрикционных намотывателей в кассетах камер разного типа разработана серия из четырех динамометров РН. Прибор РДИ 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 $0\text{--}0,03$ 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 мест 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 РРК 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 $0\text{--}90^\circ$; 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 Luminance 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 $0,03\text{--}300$ 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, хранимыми в памяти прибора.

Фотоприемником является кремниевый фотодиод, соединенный с измерительным блоком кабелем большой длины. Имеются цифровой (на жидких кристаллах) и аналоговый выходы измерителя; его быстрое действие может регулироваться и для контроля прерывистого или импульсного излучения. Диапазон измерения $0,01\text{--}99,900$ лк, точность $\pm 4\%$. Спектральная чувствительность соответствует кривой относительной видности глаза МКО с точностью коррекции $\pm 2\%$.

Г. Ч.

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 правлением НТОРЭС им. А. С. Попова, Уральским домом научно-технической пропаганды и Челябинским радиотелецентром. 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 телецентров 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 телецентрах 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 радиотелецентров.

Результатам исследования цветовых искажений на выходе передающей камеры цветного телевидения и методах 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 радиотелецентрах страны.

Наибольший интерес участников семинара вызвал доклад А. А. Черный об опыте эксплуатации ПТС ЦТ «Магнолия» на Украинском республиканском телецентре, 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 радиотелецентров 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_c) освещения и осуществлять линейную цветокоррекцию цветоделенных сигналов камеры в диапазоне изменений T_c 2360—10 000 К.

Всего на семинаре было заслушано около 40 докладов и сообщений, представленных 18 организациями и предприятиями 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 телецентрах 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 телецентров 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 радиотелецентров с участием представителей научно-исследовательских институтов и заводов-изготовителей.

Авторские свидетельства

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

«Устройство для формирования цифрового телевизионного сигнала, содержащее аналого-цифровой преобразователь, выходами соединенный с соответствующими входами коммутатора, и дифференцирующий блок, выход которого подключен к входу аналого-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 входом 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. № 646467, заявка № 2477237/18-09, кл. H04N 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 обгибающей, первый и второй ограничители, при этом выход универсальной магнитной головки подсоединен к первому входу блока вычитания через последовательно соединенные первый детектор обгибающей и первый ограничитель, а выход дополнительной магнитной головки подсоединен к второму входу блока вычитания через последовательно соединенные второй детектор обгибающей и второй ограничитель, при этом выход блока вычитания подсоединен к второму входу регулируемого усилителя, а второй выход детектора обгибающей подсоединен к входу блока дифференцирования, при этом исполнительный блок связан с универсальной и дополнительной магнитными головками».

Авт. свид. № 646469, заявка № 2482917/18-09, кл. H04N 5/78, приор. от 06.05.77, опубл. 05.02.79.

Заявитель: Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания.

Автор: Репман Г. Г.

УСТРОЙСТВО МИКСИРОВАНИЯ 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 входом первого цифрового усилителя, при этом первый вход второго вычитающего усилителя соединен с выходом второго цифрового усилителя, а второй вход — с входом 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. H04N 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 и 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, отличающийся 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 парафазным».

Авт. свид. № 647886, заявка № 2163300/18-09, кл. H04N 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 электроакустический преобразователь и присоединенная масса, отличающаяся 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. H04R 1/34, приор. от 22.06.73, опубл. 05.08.78.

Авторы: Носов В. Н. и Романов В. К.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДСВЕТА ДИАПОЗИТИВОВ

«Устройство для подсвета 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 термостатирующую с температурой обработки кинофотоматериала, и теплоизолирующую крышку, отличающееся тем, что, с целью сохранения температуры рабочего раствора, в нем внутренняя термостатирующая оболочка выполнена из веществ кристаллической группы с температурой плавления, равной температуре обработки кинофотоматериала, и размещена между двумя сосудами из полиэтилена».

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, отличающееся тем, что, с целью повышения эффективности поглощения шума, оно снабжено соединенными последовательно микрофоном, усилителем, фазоинвертором и электроакустическим преобразователем, причем микрофон расположен внутри волновода, а электроакустический 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 лентопротяжной механизм с осветителем и вращающимся оптическим выравнивателем, выполненным в виде многогранной призмы, перфорированной маской, установленной между осветителем и вращающимся оптическим выравнивателем, частотный оптический датчик, выход которого соединен с входом частотного демодулятора, передающую телевизионную трубку, оптически связанную через оптический формирователь с вращающимся оптическим выравнивателем, и интегрирующий усилитель, подключенный к входу управления передающей телевизионной трубкой, отличающийся тем, что, с целью повышения вертикальной устойчивости изображения, в него введен дополнительный частотный оптический датчик с дополнительными перфорированной маской и частотным демодулятором и разностный блок, выход которого подключен к входу интегрирующего усилителя, а входы соединены с выходами упомянутых частотных демодуляторов, причем дополнительный частотный оптический датчик с дополнительной перфорационной маской установлены между вращающимся оптическим выравнивателем и оптическим формирователем».

Авт. свид. № 620032, заявка № 2383803/18-09, кл. H04N 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, клиновидный механизм юстировки и корпус, отличающееся 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 Малинковский 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., Вишневецкая 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. Акимкина Л. В., Комар В. Г. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 13—16.

Описываются особенности проекции пространственных изображений (растровых и голографических) на линзо-растровые экраны гексагональной структуры, обеспечивающие восстановление на экране объемного изображения большой яркости. В воспроизводимом 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 галлоидного серебра на киноплёнке 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 галлоидного серебра на киноплёнке: цианометрического, фольгарда и потенциометрического титрования тиомочевной. 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 антиувеличивающих веществ на разрешающую способность черно-белой обрабатываемой киноплёнки. Багаева Г. Г., Студенкова Е. В. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 22—24.

Исследовано влияние концентрации бромистого калия и бензотриазола во втором проявителе на разрешающую способность обрабатываемой киноплёнки 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., Мишунин И. Ф. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 24—26.

Исследовано влияние AgCl , AgNO_3 , желатин и продуктов ее гидролиза на протектилитическую 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, к каким искажениям цветности и яркости приводит неточность реализации элементов матрицы пересчета цветовых координат при аддитивной и мультипликативной 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 однострочных ТВ систем на приборах с зарядовой связью. Фридман А. Н., Яковлев С. Б. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 49—52.

Рассматриваются однострочные 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 однострочных 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 пробоя 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

Аналого-цифровое устройство стабилизации положения и размеров раstra в ТВ трубках. Колбас С. В., Турченко В. Л. П. «Техника кино и телевидения», 1980, № 3, с. 56—58.

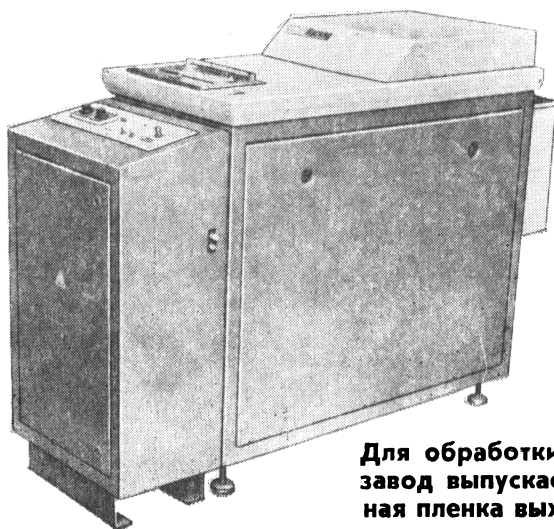
Рассмотрены принцип работы и структурная схема аналого-цифрового устройства положения и размеров раstra в ТВ передающих трубках. Ил. 3, список лит. 4.

Технический редактор Л. Тришина

Т-03755 Сдано в набор 17/1-80 г. Подписано к печати 22/II-80 г.
Формат бумаги 84×108^{1/16} 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

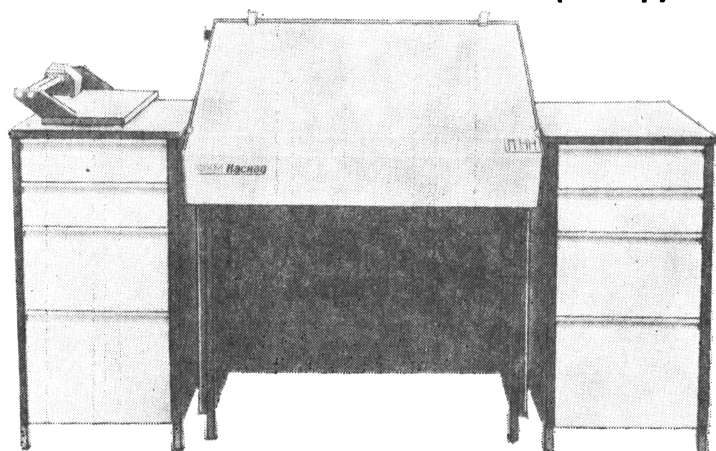
Машины для изготовления титров



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 резки 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



ХИКА Техника кино и телевидения, 1980, № 3, 1—80

Цена 68 коп.