

**Т** *Техника*  
**ТЕХНИКА**

**КИНО**

**И**

*Лаборатория*

**№ 3**

**1983**



## **Седьмая Всесоюзная научно-техническая конференция «Кинопленка в кинематографе»**

Госкино СССР, Союз кинематографистов СССР, НИКФИ, Союзхимфото и НПО «Экран» 12—14 апреля с. г. проводят в Москве VII Всесоюзную научно-техническую конференцию. Цель конференции — обобщение достигнутых результатов по использованию кинопленки в сквозном кинематографическом процессе, определение наиболее перспективных направлений исследований.



Работа конференции будет проводиться по следующим направлениям.

**КИНОПЛЕНКА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СКВОЗНОГО КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА. КИНОПЛЕНКА И ОБЪЕКТИВ. КОНТРАТИПИРОВАНИЕ И МАССОВАЯ ПЕЧАТЬ ФИЛЬМОКОПИЙ.**

**РОЛЬ КИНОПЛЕНКИ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ РЕШЕНИИ ФИЛЬМА. ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦВЕТНЫХ КИНОПЛЕНОК. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НЕГАТИВНЫХ КИНОПЛЕНОК.**

**РАБОТЫ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КИНОПЛЕНОК. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КИНОПЛЕНОК.**

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЦВЕТОФОТОГРАФИЧЕСКИХ, СТРУКТУРНЫХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КИНОПЛЕНКИ И КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ. ПУТИ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ.**

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕЧАТИ, ОБРАБОТКИ, СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФИЛЬМОВЫХ МАТЕРИАЛОВ. ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ.**



В период работы конференции будет организована тематическая выставка образцов отечественных кинопленок и магнитных лент для кинематографии, систем автоматизации и технологических процессов.

**Адрес Оргкомитета:**

**125167, Москва, Ленинградский проспект, дом 47, НИКФИ.**

**Оргкомитет VII Всесоюзной научно-технической конференции**



## СОДЕРЖАНИЕ

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Ланэ М. Ю., Павлов С. А., Толстых Г. Д. Применение квазислучайных разверток при конструировании звукорассеивающих поверхностей	3
Поташников А. И., Студеникин В. А. Система электронного монтажа видеофонограмм	6
Местковский С. Г. Оценка физико-механических свойств киноплёнок при динамическом нагружении	12
Зеленер М. Ф., Пантелеев В. С. Электрические схемы экспониметрических устройств профессиональных киносъёмочных аппаратов	15
Курицын А. М., Семенихин Н. Т. Киноосветительные приборы «Марс-2000М» и «Марс-3000М»	19
Носкова Т. Н. Влияние модуляционных характеристик на отдачу цвето-серебряных фотографических фонограмм фильмокопий	21
Гофайзен О. В., Ляхова Т. М., Певзнер Б. М. Расчетное определение качества изображения в сквозном тракте ТВ вещания	24
Дмитриев А. Я., Ефимов В. П., Зайцев А. Г., Кравченко В. С. Анизотропия зрения и разрешающая способность ТВ систем	30
Дробот М. И., Корниенко Г. П., Лобанов В. В., Этков А. И. Устройства кодирования в системах записи ТВ сигналов на дисковый носитель	33
Павлов А. Ю. Анализ характеристик термомагнитного копирования	35
Харитонов М. И. Об искажениях вертикальных цветных переходов в изображении, воспроизводимом ВМ	38
Николаев Б. Н. Спектрально-координатный метод измерения цветностей на экране кинескопа	42
Стинов М. Н. Интегральные координатные фотоприемные матрицы в системах детектирования контуров оптических объектов	44
Готра З. Ю., Рыхлинская С. И. Влияние маски экрана кинескопа на качество цветного изображения	49

### Из редакционной почты

Бутовский Я. Л. «Запись» или «фиксация»? К вопросу о терминологии	51
---	----

### Из производственного опыта

Виноградов А. В., Криворотова С. П. Аппаратура звукового сопровождения ПТС	53
Бурылов В. Г. Телевизионный синхронизатор	54

### ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

Миленин Н. К. Цветные ТВ камеры на твердотельных формирователях сигнала изображения	56
Лейпцигская весенняя ярмарка 1983 г.	65

### РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

Хромой Б. П. Новый учебник «Передача изображений»	66
	75

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

Симпозиум кинооператоров социалистических стран	76
Конференции читателей журнала «Техника кино и телевидения»	77
Авторские свидетельства	79

Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1983 г.	80
--	----



Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета СССР по кинематографии

ИЗДАЕТСЯ С 1957 ГОДА

1983  
№ 3  
Март

Главный редактор В. В. МАКАРЦЕВ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. В. Андреянов, М. В. Антипин, И. Н. Александр, С. А. Бонгард, В. М. Бондарчук, В. Ф. Гордеев, О. Ф. Гребенников, О. И. Иошин, С. И. Катаев, В. В. Коваленко, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, В. Г. Маковеев, Ю. А. Михеев, С. И. Никаноров, С. М. Проворнов, Т. Ю. Розинкина, И. А. Росселевич, В. Л. Трусько, В. И. Ушагина, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (отв. секретарь), Г. З. Юшквявичус

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

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

МОСКВА «ИСКУССТВО»  
Србиновский пер., д. 3

© «Техника кино и телевидения», 1983 г.



# CONTENTS

## SCIENCE AND TECHNIQUE

**Laneh M. Yu., Pavlov S. A., Tolstykh G. D.** The Use of Quasi-Random Scanning for Designing Sound Scattering Surfaces

The paper considers a method for designing sound scattering surfaces based on surfaces synthesis with caissons of various depths. A spectral method of determining caisson depths and evaluating a sound scattering surface quality is described. An example of such a surface is given and the results of evaluating sound scattering properties of the model surface are presented.

**Potashnikov A. I., Studenikin V. A.** A Video Tape Editing System

The paper considers some problems of using electronic video tape editing in feature film production. An editor developed by NIKFI and intended for filming on locations is described. The operation procedures and basic technical parameters of the system are given.

**Mestkovsky S. G.** Evaluation of Mechanical and Physical Properties of Films Under Dynamic Loading

The paper describes a technique and a stand for determining the mechanical and physical properties of motion picture films. The elastic modulus values of films characterising resistance of the material under dynamic loads are specified.

**Zelener M. F., Pantelev V. S.** Circuit Diagrams of Exposure Metering Devices for Professional Film Cameras

The basic parameters and circuit diagrams of exposure metering devices used in professional filming equipment are considered.

**Kuritsyn A. M., Semenikhin N. T.** The Mars-2000M and Mars-3000M Lighting Devices

The Mars-2000M and Mars-3000M lighting devices for filming are described as well as their light and operating characteristics.

**Noskova T. N.** The Effect of Modulation Characteristics on the Output of Dye Silver Optical Sound Tracks in Film Prints

An average output spread due to changes in modulation characteristics of film-print dye silver sound tracks has been determined experimentally. The relative effect of changes in densitometric parameters of light and dark sound track areas has been evaluated when using vacuum stibium-caesium photomultipliers or silicon photodiodes are used in motion picture networks.

**Gofayzen O. V., Liakhova T. M., Pevzner B. M.** Quantitative Evaluation of Image Quality in the Over-All TV Broadcasting Chain

Tolerances and corresponding image quality assessments have been calculated for four variants of the TV chain. The types of distortions causing image quality deterioration are revealed. Prospective tolerances for the over-all chain and its links are recommended making it possible to improve image quality by 0,5—0,6 grades.

**Dmitriev A. Ya., Efimov V. P., Zaitsev A. G., Kravchenko V. S.** Vision Anisotropy and TV System Resolution

The paper presents data on specific shape of the energy distribution in spatial frequency spectra of lenses and on anisotropy of vision acuity. These phenomena may be used to increase efficiency of applied TV systems, polygraphy, etc.

**Drobot M. I., Kornienko G. P., Lobanov V. V., Ekotov A. I.** Encoders for Recording TV Signals on Optical Discs

The paper considers the main features of encoders intended for optical recording of TV signals on discs. The functional diagram of an experimental unit and its technical characteristics are given.

3 **Pavlov Yu. A.** Analysis of Thermomagnetic Coding Characteristics

The paper analyses frequency response and non-linear characteristics of the magnetic recording thermoduplication process. Recommendations for making master tapes are given.

**Kharitonov M. I.** On Distortions of Horizontal Color Transitions in the VTR

The paper considers the mechanism of distortion to the right of horizontal color transitions in the SECAM video tape recording.

6 **Nikolaev B. N.** A Spectral-Coordinate Method of Chrominance Measurements on the Picture Tube Screen

The paper considers a spectral-coordinate method of chrominance measurements in connection with a more general method of colour measurement on the picture tube screen; calculated accuracies of spectral-coordinate colorimeters corresponding to different signal processing methods are given.

12 **Stinov M. N.** Integrated Photoreceiving Area Matrices in Optical Object Contour Detectors

The paper deals with integrated photoreceiving area matrices used in image spatial filtering systems and a unit matching the photo matrix standard with a television standard.

15 **Gotra Z. Yu., Rykhinskaya S. I.** The Effect of Shadow Mask on Colour Image Quality

The paper considers the influence of shadow mask surface shape on colour separation efficiency and colour screen brightness. The conditions for choosing mask hole shape, pitch and size are formulated.

## From Editorial Mail

21 **Butovsky Ya. L.** «Recording» or «Registration»? On Terminological Problems

## From Production Experience

**Vinogradov A. V., Krivorotova S. P.** Sound Equipment for Mobile TV Vans

The paper deals with sound desk providing sound signals for programs produced by mobile TV facilities with few TV cameras.

24 **Burylov V. G.** A Television Synchronizing Pulse Generator

The circuit diagram of a SPG designed and used by the Perm television centre is presented.

## FOREIGN TECHNOLOGY

**Milenin N. K.** Color TV Cameras Using Solide-State Imagers

The paper describes several semiconductor color TV cameras manufactured by the leading foreign firms and their parameters and block-diagrams

## ABSTRACTS

## BIBLIOGRAPHY

33 **SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL INFORMATION**

35

38

42

44

49

51

53

54

56

66

75

76



УДК 621.397.61.006+621.396.712.3

## Применение квазислучайных разверток при конструировании звукорассеивающих поверхностей

М. Ю. Ланэ, С. А. Павлов, Г. Д. Толстых

В 1975 г. М. Шредер предложил новый способ получения поверхностей, обладающих хорошими звукорассеивающими свойствами [1]. Согласно этому способу предполагалось разделять плоскость на полосы равной ширины, коэффициенты отражения звука которых могли принимать только два дискретных значения:  $+1$  и  $-1$ . С учетом ряда допущений было показано, что при чередовании значений коэффициента отражения звука по закону бинарной последовательности с хорошими корреляционными свойствами (например,  $M$ -последовательность) подобная конструкция будет достаточно равномерно рассеивать звуковую энергию. Полосы, имеющие коэффициент отражения звука, равный  $-1$ , предлагалось имитировать канавками глубиной в четверть длины падающей звуковой волны. В более поздних публикациях рекомендовано помимо  $M$ -последовательностей использовать для чередования глубин канавок другие виды бинарных [2] и многофазных [3] последовательностей с хорошими корреляционными свойствами. В последнем случае имеется уже не две, а большее число градаций глубин канавок. Некоторые из подобных конструкций были испытаны методом масштабного моделирования [1, 4], и их диаграммы рассеяния оказались достаточно равномерными. При этом звукорассеивающее действие конструкции проявляется, естественно, лишь в плоскости, проходящей через нормаль в центре ее площади и перпендикулярной длине канавок. Для ряда практических задач представляют интерес конструкции с хорошими звукорассеивающими свойствами не в одной, а в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти конструкции можно получить, заменив канавки на плоскости ячейками квадратного сечения, глубина которых меняется по закону какой-либо двумерной последовательности с хорошими корреляционными свойствами. Подобные «кессонные» конструкции упоминаются в [4], но результаты их испытаний не приводятся.

Для определения звукорассеивающих свойств конструкций с использованием метода масштабного

моделирования была выполнена серия экспериментов. Модель конструкции представляла собой решетку, выполненную из гладкой, тщательно ошкуренной фанеры (габариты  $1,26 \times 0,63$  м) и содержащую 512 ( $16 \times 32$ ) одинаковых, квадратных в плане, ячеек. Основная рабочая частота модели была выбрана равной 1250 Гц ( $\lambda_0 = 0,27$  м). Ширина каждой ячейки составляла  $0,137 \lambda_0 = 0,037$  м, а глубина (т. е. высота решетки) была немного меньше  $\lambda_0/2$  и равнялась  $0,128$  м. Эти соотношения выбирались в соответствии с рекомендациями М. Шредера [4]. Модель испытывали в заглушенной камере. Испытательным сигналом служили гармонические колебания с частотами, лежащими в диапазоне 1,25—20 кГц. Диаграммы рассеяния определяли в пределах  $\pm 80^\circ$  для случая нормального падения звуковой волны. На рис. 1 в качестве примера представлены диаграммы рассеяния данной решетки на частотах 1,25 и 5 кГц. На рис. 2 для сравнения показаны определенные на тех же частотах диаграммы рассеяния гладкого фанерного листа, равного по размеру решетке (в качестве этого листа использовалась обратная сторона решетки). На основной рабочей частоте 1,25 кГц решетка проявляет себя как гладкая поверхность и большая часть звуковой энергии отражается зеркально. С увеличением частоты диаграмма рассеяния гладкого листа, естественно, сужается, а на диаграмме рассеяния решетки появляются дополнительные «лепестки», что обусловлено влиянием дифракционных эффектов на ребрах «кессонов». Но и на частоте 5 кГц основная часть звуковой энергии по-прежнему отражается зеркально.

Для получения модели конструкции с хорошими звукорассеивающими свойствами следовало менять по определенному закону глубину ячеек. С этой целью было изготовлено необходимое число деревянных брусков равного сечения, имеющих 15 равноотстоящих градаций длины. Бруски плотно вставлялись в ячейки решетки, и таким образом можно было изменять глубину каждой ячейки в пределах 16 градаций от максимальной глубины (ячейка



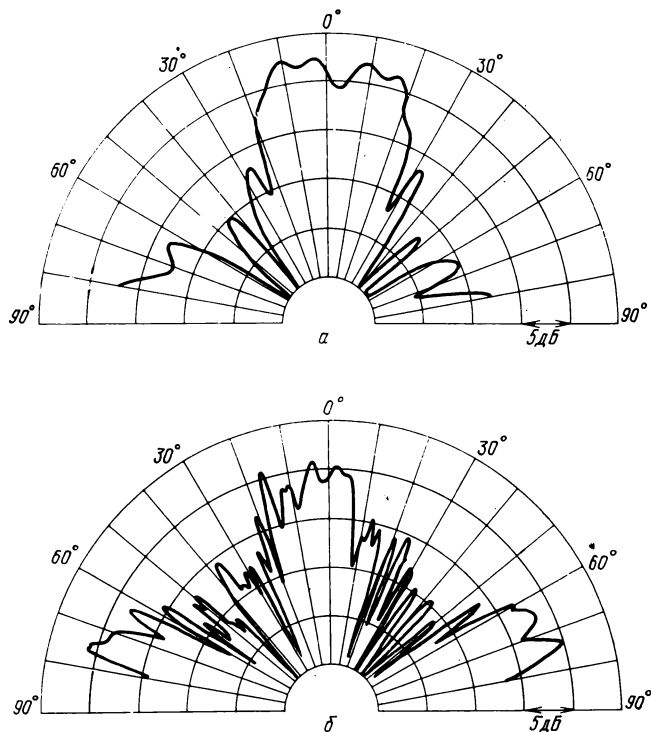


Рис. 1. Диаграммы рассеяния решетки на частотах: а — 1,25 кГц; б — 5 кГц

свободна) до минимальной (в ячейку вставлен брусок, длина которого равнялась высоте решетки, т. е. 0,128 м). Согласно результатам опубликованных работ для чередования глубин ячеек надо было выбрать закон какой-либо двумерной последовательности с хорошими корреляционными свойствами. Мы применили несколько иной подход к выбору двумерной последовательности, основанный на использовании квазислучайных разверток [5], а не на корреляционных свойствах.

Каждую ячейку на рассматриваемой конструкции можно представить точкой с тремя координатами ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), где координаты  $x$  и  $y$  определяют размещение ячейки на плоскости, а  $z$  — ее глубину. Таким образом, имеем последовательность трехмерных чисел, сходную с использующимися при реализации на ЭВМ процедур статистических испытаний по методу Монте-Карло.

Качество случайных последовательностей по методу Монте-Карло оценивается по корреляционным функциям и другим характеристикам случайных процессов. Однако в последнее время в этом методе все чаще используются неслучайные последовательности чисел, причем их качество может быть выше, чем качество независимых случайных чисел. При синтезе подобных последовательностей, которые в дальнейшем будем называть квазислучайными развертками (КСР), необходимо исходить не из ми-

нимальных корреляционных связей между числами а из равномерности распределения их значений.

Остановимся кратко на принципах формирования одномерных КСР. Каждое значение последовательности ( $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_N$ ), где  $N=2^k$ , можно представить в виде точки, которой соответствует квант площади размером  $\gamma_i/N$ . Введем двумерную функцию  $R(i, \gamma)$ , которая принимает значение  $+1$  внутри этого кванта площади и равна нулю вне его. Функцию  $R(i, \gamma)$  можно разложить в спектр по двумерным функциям Хаара. Легко показать, что рассматриваемая последовательность ( $\gamma_1, \dots, \gamma_i, \dots, \gamma_N$ ) будет хорошо распределена, если коэффициенты на всех диадах двумерного спектра функции  $R(i, \gamma)$  от первой до  $(k-1)$ -й будут принимать нулевые значения. Таким образом, для получения требуемой одномерной КСР следует просуммировать одномерные функции Хаара с коэффициентами, удовлетворяющими указанному спектральному критерию хорошего распределения.

Изложенные принципы формирования одномерных КСР можно распространить и на многомерный случай, к которому относится и многозаходная КСР для выбора закона чередования глубин ячеек звукорассеивающей конструкции, имеющей  $16 \times 32 \times 16$  уровней (первые два числа соответствуют числу ячеек в поперечном и продольном направлениях, последнее — числу градаций глубин ячеек). Генерация последовательности производилась ис-

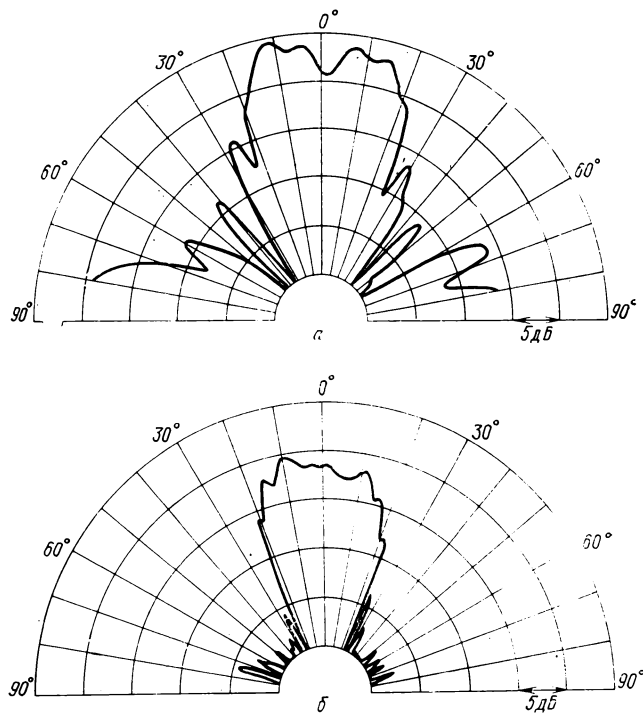


Рис. 2. Диаграммы рассеяния гладкой поверхности на частотах: а — 1,25 кГц; б — 5 кГц

15	15	0	7	8	11	4	3	12	2	13	10	5	6	9	14	1	14	1	6	9	10	5	2	13	3	12	11	4	7	8	15	0
14	1	14	9	6	5	10	13	2	12	3	4	11	8	7	0	15	0	15	8	7	4	11	12	3	13	2	5	10	9	6	1	14
13	13	2	5	10	9	6	1	14	0	15	8	7	4	11	12	3	12	3	4	11	8	7	0	15	1	14	9	6	5	10	13	2
12	3	12	11	4	7	8	15	0	14	1	6	9	10	5	2	13	2	13	10	5	6	9	14	1	15	0	7	8	11	4	3	12
11	11	4	3	12	15	0	7	8	6	9	14	1	2	13	10	5	10	5	2	13	14	1	6	9	7	8	15	0	3	12	11	4
10	5	10	13	2	1	14	9	6	8	7	0	15	12	3	4	11	4	11	12	3	0	15	8	7	9	6	1	14	13	2	5	10
9	9	6	1	14	13	2	5	10	4	11	12	3	0	15	8	7	8	7	0	15	12	3	4	11	5	10	13	2	1	4	9	6
8	7	8	15	0	3	12	11	4	10	5	2	13	14	1	6	9	6	9	14	1	2	13	10	5	11	4	3	12	15	0	7	8
7	8	7	0	15	12	3	4	11	5	10	13	2	1	14	9	6	9	6	1	4	13	2	5	10	4	11	12	3	0	15	8	7
6	6	9	4	1	2	13	10	5	11	4	3	12	15	0	7	8	7	8	15	0	3	12	11	4	10	5	2	13	14	1	6	9
5	10	5	2	13	14	1	6	9	7	8	15	0	3	12	11	4	11	4	3	12	15	0	7	8	6	9	14	1	2	13	10	5
4	4	11	12	3	0	15	8	7	9	6	1	14	13	2	5	10	5	10	13	2	1	14	9	6	8	7	0	15	12	3	4	11
3	12	3	4	11	8	7	0	15	1	14	9	6	5	10	13	2	13	2	5	10	9	6	1	14	0	15	8	7	14	11	12	3
2	2	13	10	5	6	9	14	1	15	0	7	8	11	4	3	12	3	12	11	4	7	8	15	0	14	1	6	9	10	5	2	13
1	14	1	6	9	10	5	2	13	3	12	11	4	7	8	15	0	15	0	7	8	11	4	3	12	2	13	10	5	6	9	14	1
0	0	15	8	7	4	11	12	3	13	2	5	10	9	6	1	14	1	14	9	6	5	10	13	2	12	3	4	11	8	7	0	15
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Рис. 3. Пример последовательности, синтезированной на ЭВМ

ходя из спектрального синтеза проекций по функциям Уолша  $W_\alpha(t)$ . Для первой проекции был выбран одномерный спектр вида

$$x_1(t) = 7,5W_0(t) - 4W_{0,00001}(t) - 2W_{0,0001}(t) - W_{0,001}(t) - 0,5W_{0,01}(t).$$

Спектр второй проекции

$$x_2(t) = 7,5W_0(t) - 4W_{0,00011}(t) - 2W_{0,0011}(t) - W_{0,011}(t) - 0,5W_{0,11}(t).$$

был взят таким образом, чтобы на каждой диаде выбранные гармоники не перекрывались соответствующими гармониками первой проекции, а произведение проекций выбранных гармоник давало функцию Хаара предыдущей диады.

Каждая из проекций воспроизводит 32 точки в двумерной последовательности на 32 квантах во времени. Для формирования 512 ( $16 \times 32$ ) значений потребовалось организовать 16-заходную последовательность, которая получалась с помощью двух направляющих матриц для  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$ . Первые пять строк каждой матрицы представляли собой индексы функции Уолша, входящие в спектр соответствующей проекции, а остальные четыре строки обеспечивали формирование многозаходных последовательностей. Пример последовательности, синтезированной на ЭВМ, приведен на рис. 3.

На рис. 4 показаны диаграммы рассеяния модели, полученные на частотах 1,25; 2,5 и 5 кГц для вертикальной плоскости. При этом ячейки решетки заполняли брусками согласно закону КСР, полученному на ЭВМ и представленному на рис. 3. Из анализа полученных данных можно сделать вывод, что чередование глубин ячеек по закону

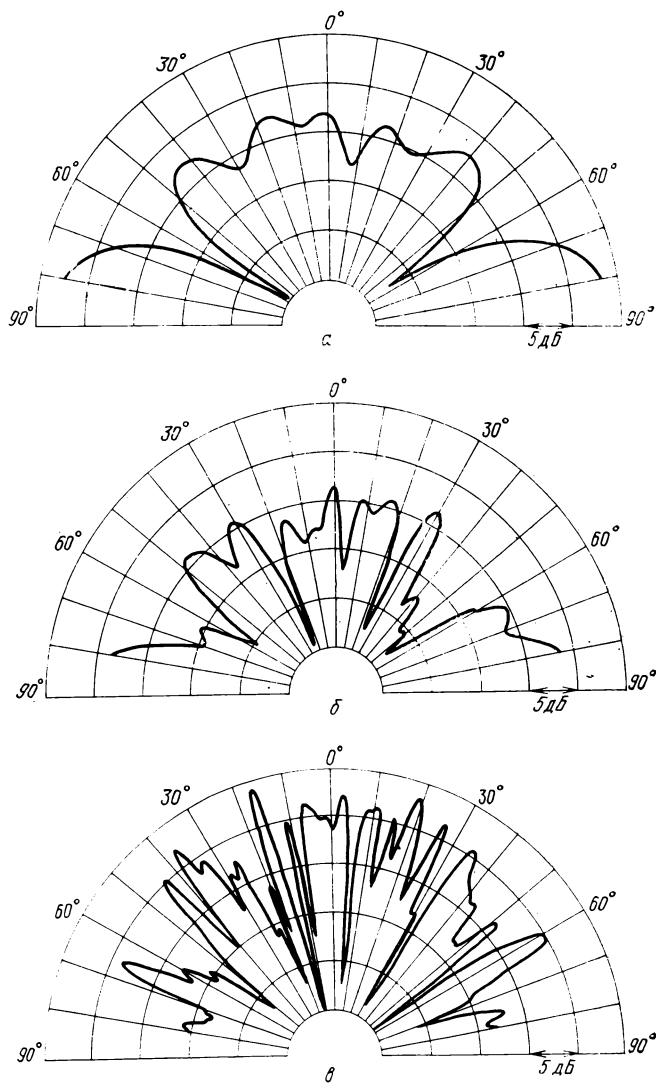


Рис. 4. Диаграммы рассеяния модели в вертикальной плоскости на частотах:

а — 1,25 кГц; б — 2,5 кГц; в — 5 кГц



КСР позволяет получить конструкции, достаточно хорошо рассеивающие звуковую энергию в пределах  $\pm 80^\circ$ . На частотах выше 5 кГц диаграммы рассеяния получают также достаточно равномерными, но эти частоты лежат уже за пределами рабочего диапазона конструкции, и в формировании диаграмм рассеяния основная роль принадлежит дифракционным явлениям на ребрах «кессонов».

Результаты экспериментов, незначительная часть которых приведена в статье, позволяют рекомендовать рассматриваемые конструкции для обработки участков интерьера помещений, где требуется обеспечить равномерное рассеивание звуковой энергии. В дальнейшем предполагается использовать подобные «кессонные» конструкции для обработки потол-

ка некоторых музыкальных радиовещательных студий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Schroeder M. Diffuse sound reflection by maximum-length sequences. — JASA, 1975, 57, N 1, p. 149—150.
2. Moharir P. S. Comments on «Diffuse sound reflection by maximum-length sequences». — JASA, 1977, 60, N 1, p. 268.
3. Schroeder M., Gerlach R. Diffuse sound reflection surfaces. Proc. 9-th ICA, paper D8, Madrid, 1977.
4. Schroeder M. Binaural dissimilarity and optimum ceilings for concert halls: more lateral sound diffusion. — JASA, 1979, 65, N 4, p. 958—963.
5. Толстых Г. Д. Сверхбыстрые спектральные преобразования по функциям Хаара. — Известия вузов, сер. Радиоэлектроника, 1979, 22, вып. 7, с. 86—89.

*Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания,  
Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе*



УДК 778.5:621.397.13

## Система электронного монтажа видеофонограмм

А. И. Поташников, В. А. Студеникин

Монтаж — одна из важнейших технологических операций при производстве игровых фильмов, во время которой из снятого материала постепенно формируется изобразительная стилистика фильма. Монтаж проводится на различных этапах производства, но его основа закладывается уже при разработке режиссерского сценария, который содержит в себе «не только то, что будет показано в фильме, но и то, как это будет показано» [1].

Работы по монтажу фильма начинаются с просмотра отснятого материала, что позволяет оценить его качество, подготовиться к последующим этапам съемки и отобрать дубли. По мере накопления материала режиссерские кадры из разных объектов объединяются в эпизоды. Предварительно фильм монтируется «по объектам» и «по эпизодам» монтажной бригадой в период съемочного процесса, в том числе и в экспедиции. При подготовке отснятого материала к монтажу необходимо выполнить большой объем работ по подбору сценарных кадров и дублей, их разметке и синхронизации с фонограммами. Эти процессы достаточно трудоемки, так как проводятся в основном вручную [1, 2].

В настоящее время уделяется много внимания вопросам автоматизации техники монтажа фильмов. Конечно, это — не самоцель, автоматизация

должна увеличивать гибкость и свободу выбора вариантов при творческом решении общей задачи монтажа. Однако не только на киностудиях, но и на многих телестудиях монтажно-тонировочный процесс осуществляется еще традиционным кинематографическим способом. Обычная кинематографическая техника монтажа применяется и тогда, когда оригинал изображения получен на видеоленте. После перевода изображения с видеоленты на киноленту монтажно-тонировочный процесс выполняется традиционно (таким образом смонтирован фильм ФРГ «Люди на Соборной площади» [3]), что объясняется недостаточно отработанной технологией монтажно-тонировочных работ с использованием видеозаписи, а также отсутствием комплексных систем для проведения этих процессов. В последние годы освоен выпуск специального оборудования для электронного монтажа видеозаписей, которое позволяет внедрить в практику электронный монтаж фильмов — наиболее перспективный для кинопроизводства в будущем.

В докладе Р. Даффи [4] отмечается, что электронный монтаж — «это самый быстрый и качественный метод монтажа из всех, которыми пользуются монтажеры», и далее: «Преимущества, которые дает кинорежиссеру система электронного мон-

тажа, это скорость и гибкость в работе. Достигается 30—40 % экономии во времени. Технологический процесс производства игрового фильма на основе электронного монтажа видеофонограмм рассмотрен в [5].

При автоматизации техники монтажа необходимо найти по заданной программе требуемый участок дубля, запомнить монтажные стыки, воспроизвести последовательность выбранных участков изображения в режиме репетиции монтажа, быстро скорректировать монтажные стыки, а также составить паспорт для последующего монтажа оригинала изображения (негатива или видеозаписи). Перечисленные операции можно автоматизировать на основе электронного монтажа видеозаписей с использованием видеомагнитофонов с наклонно-строчной записью: катушечных формата «С», кассетных формата «U-matic», а также бытовых кассетных формата «Betamax» и формата «VHS».

В НИКФИ разработана экспериментальная система электронного монтажа видеофонограмм для использования ее при съемках игровых фильмов в условиях экспедиции (рис. 1), которая вошла в состав кинотелевизионного комплекса 1КНК-М [5]. Система разработана на базе видеомагнитофонов

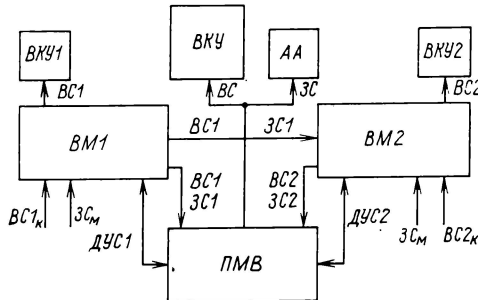


Рис. 1. Структурная схема системы электронного монтажа:

*ВМ1* — видеомагнитофон, записывающий сигналы от первой камеры при съемке, или видеомагнитофон-источник при монтаже; *ВМ2* — видеомагнитофон, записывающий сигналы от второй камеры при съемке, или видеомагнитофон-накопитель при монтаже; *ПМВ* — пульт монтажа видеофонограмм; *ВКУ1*, *ВКУ2* — видеоконтрольное устройство для просмотра изображения записываемого/воспроизводимого соответственно на *ВМ1* и *ВМ2*; *ВКУ* — видеоконтрольное устройство для просмотра выбранного изображения с *ВМ1* или *ВМ2*, а также для просмотра репетиции монтажа; *АА* — акустический агрегат для прослушивания выбранного звука с *ВМ1* или *ВМ2*, а также для прослушивания репетиции монтажа; *ВС1к* — видеосигнал с первой камеры, записываемый при съемке на *ВМ1*; *ВС2к* — видеосигнал со второй камеры, записываемый при съемке на *ВМ2*; *ЗСм* — звуковой сигнал с микшерного пульта, записываемый на *ВМ1* и *ВМ2*; *ВС1*, *ЗС1* — видео- и звуковой сигналы, воспроизводимые с *ВМ1*; *ВС2*, *ЗС2* — видео- и звуковой сигналы, воспроизводимые с *ВМ2*; *ВС*, *ЗС* — видео- и звуковой сигналы, поступающие с *ПМВ* соответственно на *ВКУ* и *АА*; *ДУС1* и *ДУС2* — сигналы дистанционного управления соответственно *ВМ1* и *ВМ2*

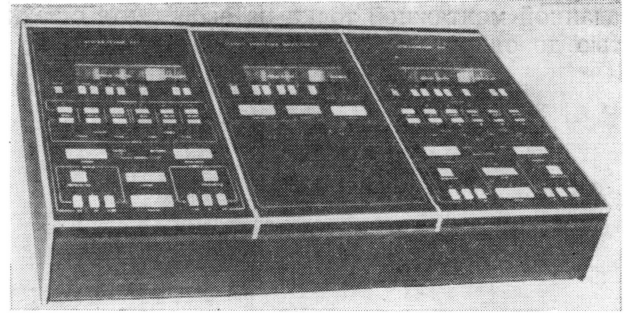


Рис. 2. Пульт монтажа видеофонограмм ПМВ-3

VO-2860 фирмы «Sony». Входящий в состав системы пульт монтажа видеофонограмм ПМВ-3 (рис. 2), установленный в специализированном автомобиле комплекса 1КНК-М, выполняет следующие функции:

1. Контрольную видеозапись при одно- и двухкамерном методе съемки.
2. Просмотр и отбор дублей по контрольной видеозаписи.
3. Монтаж видеофонограмм, записанных на видеоленте.

Во время съемки двухкамерным методом (функция 1) видеосигналы  $BC1_k$  и  $BC2_k$  от передающих камер записываются отдельно на два видеомагнитофона (ВМ). К этим видеосигналам добавляется служебная информация в закодированном виде, поступающая от центрального генератора кода, а также номер киносъёмочного аппарата, выбранного режиссером в режиме съемка — монтаж [5]. На обоих ВМ записывается также звуковой сигнал  $ЗС_m$  с микшерного пульта. Во время просмотра и отбора дублей (функция 2) видеофонограммы воспроизводятся с обоих ВМ в последовательности, обусловленной режиссерскими командами, зафиксированными в коде служебной информации.

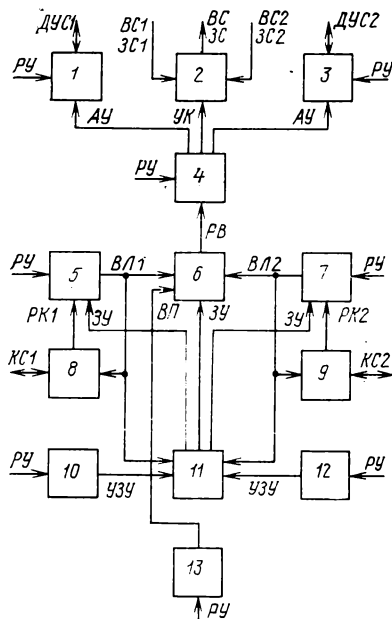
При электронном монтаже видеофонограмм (функция 3) один ВМ является источником аудиовизуальной информации, а второй — накопителем смонтированной аудиовизуальной информации.

Пульт монтажа видеофонограмм, структурная схема которого показана на рис. 3, а органы управления и коммутации — на рис. 4, обеспечивает: дистанционное управление видеомагнитофонами при записи видеофонограмм в режимах «Сборка» и «Вставка», а также при просмотре и отборе дублей;

запись синхромонтажного кода на звуковой дорожке видеоленты как предварительно, так и во время записи видеофонограмм в режиме «Сборка», а также его расшифровку при воспроизведении; пок кадровую запись в режиме «Вставка»; ввод, коорекцию и автоматический поиск любой



заданной монтажной точки на видеоленте с точностью до одного ТВ кадра;



многократные репетиции монтажных переходов; автоматический электронный монтаж видеофонограмм сразу по всем каналам записи в режимах «Сборка» и «Вставка», а также отдельно по каждому каналу в любой комбинации с одновременным и разнесенным во времени включением и вы-

Рис. 3. Структурная схема пульта монтажа видеофонограмм:

1, 3 — узел управления соответственно ВМ1 и ВМ2; 2 — узел коммутаторов видео- и звуковых сигналов; 4 — узел управления монтажом; 5, 7 — регистра-счетчик «времени ленты» (ВЛ) соответственно ВМ1 и ВМ2; 6 — вычислительное устройство; 8, 9 — узел кодирования соответственно ВМ1 и ВМ2; 10, 12 — узел управления запоминающим устройством (ввод и коррекция монтажных точек соответственно ВМ1 и ВМ2); 11 — запоминающее устройство; 13 — устройство преднабора; АУ — сигналы автоматического управления монтажом; УК — сигналы управления коммутаторами видео- и звуковых сигналов; РВ — сигналы результата вычисления; ВЛ1, ВЛ2 — «время ленты» соответственно ВМ1 и ВМ2; ВП — «время преднабора»; ЗУ — «время ленты», считываемое с запоминающего устройства; РК1, РК2 — расшифрованные коды из узлов кодирования 8 и 9; КС1, КС2 — кодовые сигналы, соответственно ВМ1 и ВМ2; УЗУ — сигналы управления запоминающим устройством; РУ — ручное управление узлами 1, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 13. Остальные обозначения такие же, как на рис. 1

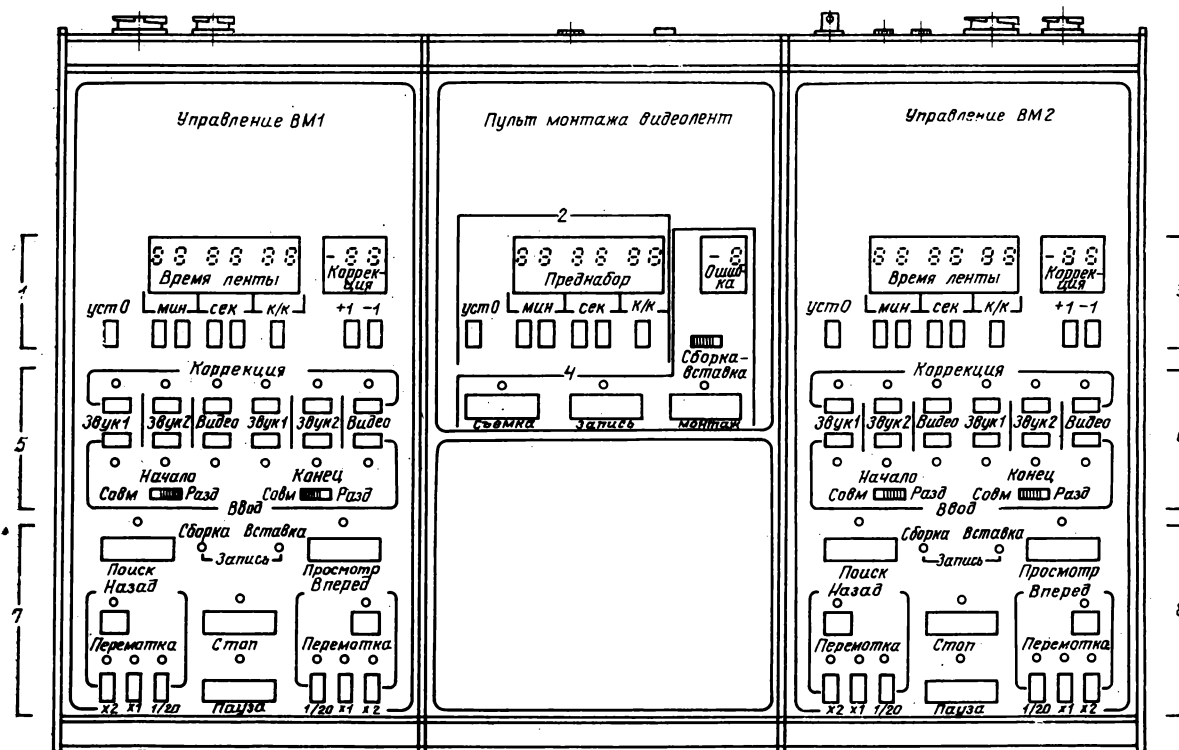


Рис. 4. Органы ручного управления и индикации узлов РМВ-3:

1 — регистра-счетчика «времени ленты» ВМ1; 2 — устройства преднабора; 3 — регистра-счетчика «времени ленты» ВМ2; 4 — узла управления монтажом; 5, 6 — узла управления запоминающим устройством (для монтажных точек соответственно ВМ1 и ВМ2); 7, 8 — узла управления соответственно ВМ1 и ВМ2

ключением каналов записи в режиме «Вставка»: Точность монтажа, выполняемого с использованием ПМВ-3, равна  $\pm 1$  кадр при работе с синхромонтажным кодом и  $\pm 3-4$  кадра при работе с управляющими синхроимпульсами. Габариты пульта  $600 \times 400 \times 106$  мм, масса 6 кг.

Электропитание пульта ПМВ-3 осуществляется постоянным током напряжения  $+6,8$  В, поступающим от видеоманитофонов.

Для обеспечения точного монтажа на дополнительной дорожке или на одной из звуковых дорожек видеоленты необходимо записывать информацию о номере кадра. С этой целью для рассматриваемой системы электронного монтажа был разработан синхромонтажный код, который включает только временную информацию в объеме, необходимом для порядковой нумерации каждого кадра видеоленты в пределах 80-мин программы и содержит 20 бит: 4 бита составляют единицы кадров, 2 бита — десятки кадров, 4 бита — единицы секунд, 3 бита — десятки секунд, 4 бита — единицы минут, 3 бита — десятки минут. Таким образом, максимальное время ленты, которое может быть обозначено таким кодом, составляет 79 мин 59 с 23 кадра для кинематографических систем и 79 мин 59 с 24 кадра для телевизионных. Этот код фиксируется на звуковой дорожке видеоленты методом «двухполярных импульсов» с фазовой манипуляцией (рис. 5, а). Кодовое слово записывается в течение 20 мс синфазно с положительным импульсом синхросигнала. Во время записи кода подсчитываются синхроимпульсы по фронту, обозначенному стрелкой  $\uparrow$  (рис. 5, б), и полученное значение времени ленты преобразуется в последовательный код.

С помощью такого кода видеоленту можно разметить предварительно. На чистую видеоленту записывается код и синхросигнал, а затем в режиме «Вставка» — изображение и звук. При одновременной записи изображения, звука и кода ВМ работает в режиме «Сборка». Он включается на 2—3 с в режим «Воспроизведение» и после окончания предыдущей записи переключается на режим «Запись». Воспроизведенный код предыдущей записи заносится в устройство записи кода (см. рис. 3, 8, 9), которое после включения режима «Запись» генерирует продолжение этого кода для того, чтобы сохранилась непрерывность нарастания времени ленты. Во время воспроизведения подсчитываются также синхроимпульсы по фронту, показанному стрелкой  $\uparrow$  (см. рис. 5, б), и код расшифровывается. Кодовое слово по фронту, обозначенному стрелкой  $\downarrow$  (см. рис. 5, б), заносится в счетчик синхроимпульсов (см. рис. 3, 5, 7) и устанавливает истинное значение времени ленты. Если число бит в кодовом слове при считывании окажется не равным 20, а также если код отсутствует, то он не заносится в счетчик, и время ленты формируется подсчетом синхроимпульсов. Это позволяет по-

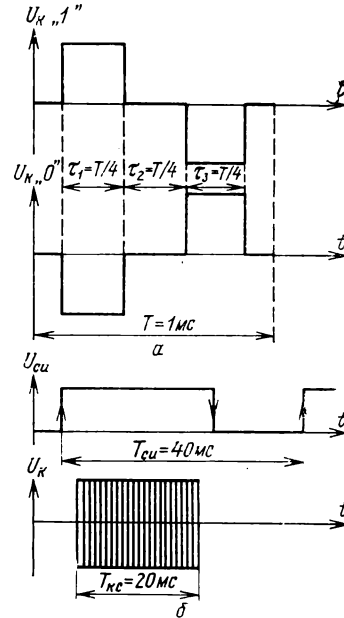


Рис. 5. Диаграмма импульсов кода:

а — форма представления символов «1» и «0» в коде; б — взаимное расположение кодового слова и синхросигнала ВМ;  $U_K$ ,  $U_{Cu}$  — напряжение соответственно кодового сигнала и синхросигнала ВМ;  $T$ ,  $T_{Cu}$ ,  $T_{KC}$  — длительность соответственно одного символа, синхроимпульса ВМ и кодового слова

лучать информацию о времени ленты во всем диапазоне скоростей просмотра видеозаписей и в режимах ускоренных перемоток. При переходе на скорость надежного считывания кода состояние счетчика синхроимпульсов корректируется и восстанавливается истинное значение времени ленты. Таким образом, данная система формирования времени ленты универсальна: она может работать как с кодом для обеспечения максимальной точности монтажа, так и без него, когда нет необходимости в получении высокой точности или требуется использовать в монтаже оба звуковых канала.

Электронный монтаж видеофонограмм начинается с выбора дубля, подлежащего монтажу. Для этого с помощью устройства преднабора (см. рис. 3, 13 и рис. 4, 2) задается время ленты, соответствующее началу искомого дубля. В режиме «Поиск» оно находится автоматически; во время просмотра дубля выбираются и вводятся монтажные точки с помощью узла управления запоминающим устройством (см. рис. 3, 10, 11 и рис. 4, 5, 6). Эти операции производятся как для ВМ — источника информации, так и для ВМ — накопителя информации.

Для оценки выбранных монтажных переходов предусмотрен режим «Репетиция монтажа», при котором имитируется монтаж без включения записи. При необходимости выбранные монтажные точки могут быть скорректированы с помощью того же узла управления запоминающим устройством



без повторного просмотра монтируемых дублей. Репетиция монтажа может проводиться многократно до принятия окончательного решения. Собственно монтаж реализуется в том же режиме, что и репетиция, но при включенной записи на ВМ — накопителе информации.

При просмотре смонтированного материала закодированную служебную информацию, записанную в видеосигнале во время съемки, можно подать на дешифратор. Здесь определяются точки монтажных переходов методом сравнения информации предыдущего и последующего кинокадров, которые выводятся на цифрочитающее устройство для составления монтажного паспорта, предназначенного для последующего монтажа оригинала изображения.

С помощью пульта монтажа видеофонограмм ПМВ-3 осуществляется поккадровая запись изображения на ВМ — накопителе информации. Видеоленга, предназначенная для такой записи, должна быть предварительно размечена кодом времени ленты. Поккадровую запись выполняют в режиме «Вставка» так же, как и при монтаже. При этом может быть вписано любое число кадров вплоть до одного.

На рис. 6 представлены диаграммы алгоритмов работы пульта монтажа ПМВ-3. Для всех диаграмм РВ — реальное время.

Алгоритмы основных операций, реализуемых этим пультом, построены следующим образом:

### 1. Алгоритм поиска (рис. 6, а).

По команде «Поиск» осуществляется:

1.1. Ускоренная перемотка, если исходное состояние — режим «Стоп» или режим «Пауза» и дистанция поиска превышает 20 с (определяется временем движения видеоленты при номинальной скорости), либо быстрое воспроизведение, если исходное состояние — режим «Пауза» и дистанция поиска 20 с и менее; направление движения ленты в ВМ определяется автоматически.

1.2. Переход в режим «Пауза» по достижении искомой точки (ВП); при этом происходит пролет видеоленты (погрешность поиска) на 1—2 с для ускоренной перемотки и на 1—2 кадра для быстрого воспроизведения.

2. Алгоритм видеозаписи при двухкамерном методе съемки (рис. 6, б и в).

По команде «Съемка» осуществляется:

2.1. Поиск точки начала записи (ВП) аналогичен алгоритму 1. Для диаграмм б и в точки ВП имеют одинаковое значение. Причем если первоначально происходила ускоренная перемотка или быстрое воспроизведение вперед (соответственно рис. 6, в и б), то по достижении искомой точки автоматически изменяется движение видеоленты на обратное через кратковременное включение соответственно режимов «Стоп» или «Пауза».

2.2. Предупреждение — отмотка ленты в ВМ на дистанцию приблизительно 5 с (128 кадров) перед начальной точкой записи ВП, причем быст-

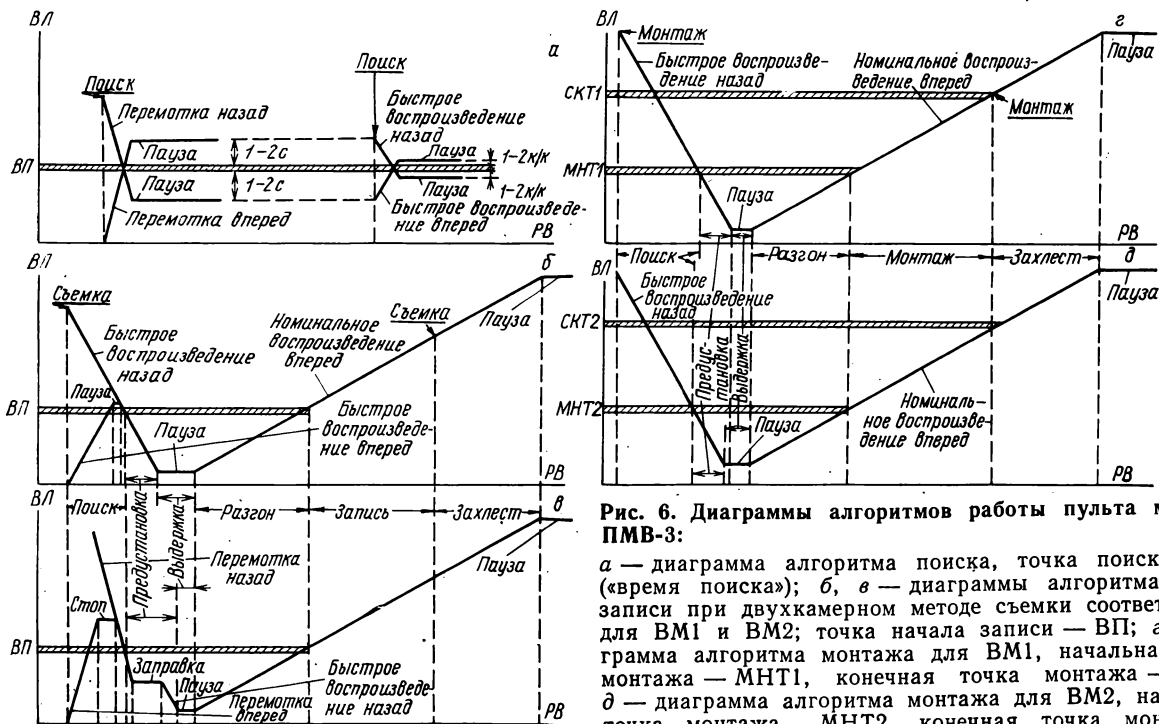


Рис. 6. Диаграммы алгоритмов работы пульта монтажа ПМВ-3:

а — диаграмма алгоритма поиска, точка поиска — ВП («время поиска»); б, в — диаграммы алгоритма видеозаписи при двухкамерном методе съемки соответственно для ВМ1 и ВМ2; точка начала записи — ВП; г — диаграмма алгоритма монтажа для ВМ1, начальная точка монтажа — МНТ1, конечная точка монтажа — СКТ1; д — диаграмма алгоритма монтажа для ВМ2, начальная точка монтажа — МНТ2, конечная точка монтажа — СКТ2

рое воспроизведение назад (см. рис. 6, б) сохраняется на все время предустановки, а ускоренная перемотка назад (см. рис. 6, в) в середине операции (на 64-м кадре) переключается на быстрое воспроизведение назад через состояние заправки ленты.

2.3. **В ы д е р ж к а** — переход в режим «Пауза» после окончания предустановки и ожидание готовности другого ВМ.

2.4. **Р а з г о н**, во время которого происходят переходные процессы по установлению номинальной скорости движения лент в ВМ, синхронной работы систем ВМ и их взаимная синхронизация.

2.5. **З а п и с ь** — включение записи на обоих ВМ по одновременному достижению начальных точек записи ВП.

2.6. **З а х л е с т** — по вторичной команде «Съемка» запись в режиме «Вставка» выключается, запись в режиме «Сборка» сохраняется, видеолента продолжает движение с номинальной скоростью еще приблизительно в течение 5 с, после чего оба ВМ переходят в режим «Пауза» (запись в режиме «Сборка» выключается).

Синхронный просмотр видеозаписей, выполненных при двухкамерном методе съемки, возможен по алгоритму 2 с той разницей, что в операции 2.5 вместо режима «Запись» включается режим «Воспроизведение». При однокамерном методе съемки алгоритм видеозаписи отличается от алгоритма 2 следующим:

в операции 2.3 исключается ожидание готовности другого ВМ, выдержка длится около 1 с;

в операции 2.4 не происходит взаимная синхронизация ВМ.

3. **Алгоритм монтажа** (рис. 6, г и д). Для монтажа задаются обе начальные точки («младшие» *МНТ1* и *МНТ2*) и любая одна конечная точка монтажа («старшие» *СКТ1* или *СКТ2*) либо конечная точка монтажа не задается.

По команде «Монтаж» осуществляется:

3.1. **П о и с к** начальных точек монтажа (*МНТ1* и *МНТ2*) аналогичен операции 2.1. На диаграммах г и д представлен вариант поиска в режиме быстрого воспроизведения назад.

3.2. **П р е д у с т а н о в к а** относительно начальных точек монтажа (*МНТ1* и *МНТ2*) аналогична операции 2.2.

3.3. **В ы д е р ж к а** аналогична операции 2.3.

3.4. **Р а з г о н** аналогичен операции 2.4.

3.5. **М о н т а ж** — репетиция (имитация) монтажа или включение записи на выбранных каналах ВМ-накопителя по достижении начальных точек монтажа.

3.6. **З а х л е с т** — по достижении конечной точки монтажа (*СКТ1* или *СКТ2*) либо по вторичной команде «Монтаж» (если не задана конечная точка монтажа), операция выполняется аналогично операции 2.6.

Рассмотренная система электронного монтажа видеофонограмм предназначена для работы в условиях экспедиции и позволяет получить предварительно смонтированный материал фильма по эпизодам, а также монтажный паспорт для последующего монтажа оригинала изображения.

Применение кодирования фильмовых материалов и электронного монтажа видеофонограмм — предпосылка к автоматизации монтажно-тонировочного процесса при производстве кино- и телефильмов независимо от того, что является носителем оригинального изображения — кинолента или видеолента.

В настоящее время в НИКФИ ведутся работы по созданию системы электронного монтажа для одновременной работы с тремя — четырьмя ВМ — источниками информации и с возможностью включения в эту систему аппаратов записи и воспроизведения фонограмм.

### Выводы

1. Испытания разработанной системы электронного монтажа видеофонограмм в производственных условиях показали перспективность ее использования для проведения предварительного монтажа фильма.

2. Созданный пульт электронного монтажа позволяет осуществлять:

прямой монтаж при проведении съемок многокамерным методом;

монтаж записанных на видеоленте изображения и звука одновременно и раздельно в режиме частот съемки 24 и 25 кадр/с.

3. Использование синхромонтажного кода позволяет получить точность монтажа, равную  $\pm 1$  кадр.

4. Добавляемый в видеосигнал адресно-временной код, идентичный коду, записываемому на киноленту, обеспечивает получение монтажного паспорта для последующего монтажа негатива (позитива).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бутовский Я. Л., Вигдорчик И. В. Технология монтажа кинофильмов. — М.: Искусство, 1968.

2. Трусьюко В. Л., Поташников А. И., Середин В. Л. Принципы построения системы кодирования фильмовых материалов. — Техника кино и телевидения, 1974, № 9, с. 28—37.

3. Röhmann V., Blum W., Möller E. Die elektronisch gefilmten «Zente van Domplatz». — Film & TV Kameramann, 1980, N 4, S. 158—166.

4. Даффи Р. Электронный монтаж фильмов — новый метод монтажа на 80-е годы. Докл. на межд. конф. «Фильм-81». ВКСТS, Лондон, 1981.

5. Поташников А. И., Трусьюко В. Л. Применение системы электронного монтажа видеолент для автоматизации процесса монтажа фильмов. — Труды НИКФИ, 1980, вып. 100, с. 5—24.

6. Поташников А. И. Кинотелевизионный комплекс 1КНК-М. — Техника кино и телевидения, 1982, № 10, с. 27—34.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

# Оценка физико-механических свойств киноплёнок при динамическом нагружении

С. Г. Местковский

Знание физико-механических свойств киноплёнок необходимо для исследования кинематических и динамических характеристик лентопротяжных механизмов киносъёмочной, копировальной, проявочной и проекционной техники, для выполнения расчетов на прочность и оптимизации форм рабочих поверхностей элементов лентопротяжных трактов. В подобных случаях обычно пользуются такими величинами, как модуль упругости, жесткость киноплёнки и жесткость ее межперфорационной перемычки [1—5].

В реальных механических системах при циклическом нагружении наряду с силами упругого сопротивления действуют силы неупругого сопротивления, являющиеся причиной диссипации энергии системы. Поэтому при расчетах целесообразно учитывать коэффициент демпфирования материала киноплёнки. Необходимо отметить, что физико-механические свойства киноплёнок, исследованные при статических нагрузках, могут значительно отличаться от аналогичных свойств, определенных при динамическом нагружении. Так, С. М. Проворнов предположил, что динамический модуль упругости киноплёнки примерно на 20—35 % больше статического [6].

Использование реальных физико-механических свойств повысит достоверность расчетов и позволит лучше выявить динамику процесса транспортирования киноплёнки скачковым механизмом киносъёмочного аппарата.

Чтобы наглядно представить зависимость между напряжением и деформацией, обычно составляют реологические модели из комбинации простых механических звеньев — идеально упругого тела Гука с модулем упругости  $E$  и идеально вязкого тела Ньютона с коэффициентом демпфирования  $\mu$ , которые обладают свойствами запаздывания и релаксации и соответствуют упруго-вязко-пластической

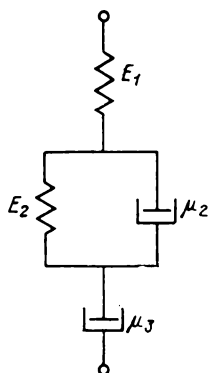


Рис. 1. Реологическая модель упруго-вязко-пластической среды

или вязко-упругой средам (соответственно рис. 1 и 2) [7—9]. Здесь звено  $E_1$  характеризует упругие свойства, звено  $E_2 - \mu_2$  — вязкие свойства, а звено  $\mu_3$  — пластические свойства материала.

Следует отметить, что реологическая модель вязко-упругой среды, имея более простой вид (см. рис. 2), достаточно точно отражает физико-механические свойства киноплёнки, так как при кратковременном приложении к ней нагрузки со стороны зуба рейферного механизма звено  $\mu_3$  (см. рис. 1) практически не успевает включиться в работу.

На рис. 3 показано изменение деформации в зависимости от времени при постоянном напряжении.

Из-за отсутствия специального оборудования для определения механических свойств образцов киноплёнки, используемой в киносъёмочных аппаратах, в МКБК был разработан специальный стенд. Он позволяет определить модуль упругости  $E_2$ , коэффициент демпфирования  $\mu_2$  и динамическую жесткость  $C$  киноплёнки.

Пользуясь выводами работы [8] о том, что модуль упругости  $E_1$  превышает модуль упругости  $E_2$  бо-

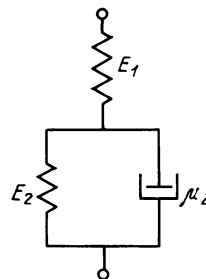


Рис. 2. Реологическая модель вязко-упругой среды

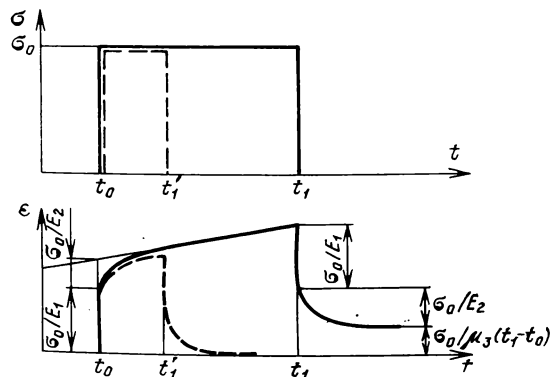


Рис. 3. Зависимость деформации  $\epsilon$  от времени  $t$  при постоянном напряжении  $\sigma_0$  для упруго-вязко-пластического (сплошная линия) и вязко-упругого (штриховая линия) материалов



лее чем на порядок (в 10—16 раз), и, приблизительно определив его, можно с помощью реологической модели характеризовать поведение киноплёнки при динамическом нагружении.

**Методика испытаний**

Для точного определения указанных параметров киноплёнки ее образец включали в одномассовую колебательную систему, исключая за счет этого влияние динамических свойств других элементов лентопротяжного тракта (ЛПТ) киноаппарата.

Свободные колебания такой системы будут определяться только состоянием самой системы, т. е. величиной подвешенной массы, жесткостью и демпфирующими свойствами киноплёнки. Интересующие нас параметры можно определить по кривой свободных колебаний.

На рис. 4 приведена структурная схема установки. Образец киноплёнки 1 закреплен в зажиме штатива 2. Ударом резинового молоточка с импульсом силы  $F\Delta t$  по грузу 3 с массой  $m$  в образце возбуждаются механические колебания. Колебания образца воспринимаются приемником механических колебаний 4, преобразующим их в электрические колебания. Приемником — преобразователем механических колебаний в электрические является вибродатчик, наклеиваемый на груз. Напряжения электрических колебаний с вибродатчика подаются на вход усилителя 5.

Затем электрические колебания принимаются регистрирующим устройством 6, в качестве которого использовались двухлучевой электронный осциллограф С1-55 и устройство «Робот» фирмы «Аррифлекс» для съемки с осциллографа. Звуковой генератор 7 задает опорные сигналы.

На рис. 5 представлена осциллограмма свободных колебаний одномассовой системы после ее возбуждения. На осциллограмме цифрой 1 обозначены свободные колебания массы, подвешенной к испытываемой киноленте, а цифрой 2 — опорный сигнал с частотой 200 Гц.

Колебания системы имеют затухающий характер. Энергия, сообщенная системе, расходуется на пре-

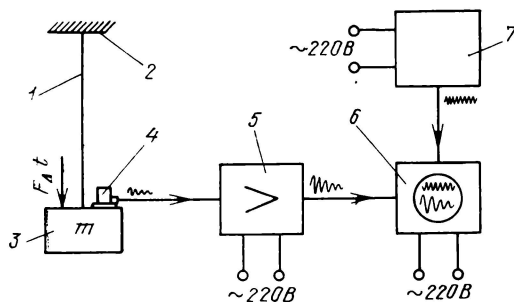


Рис. 4. Структурная схема установки для регистрации свободных колебаний образцов киноплёнок

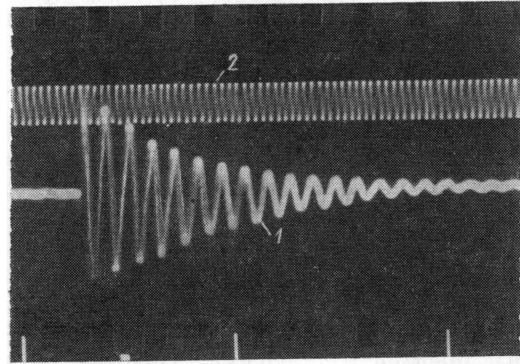


Рис. 5. Осциллограмма свободных колебаний одномассовой системы (35-мм киноплёнка КН-2 ПО «Свема» с усадкой —0,2 %; длина образца  $l = 0,250$  м и масса груза  $m = 0,485$  кг)

одоление внутренних сил неупругого сопротивления киноплёнки. При малых отклонениях и сравнительно низких частотах колебаний сопротивление окружающего воздуха движению системы как малая величина высших порядков не учитывалось.

Анализ процесса колебаний для разных значений длины испытываемой киноплёнки и подвешенной массы показывает, что колебания такой системы являются изохромными. Логарифмический декремент затухания процесса постоянен в течение времени полного затухания колебательного процесса системы. Это дает основание утверждать, что внутреннее неупругое сопротивление киноплёнки приблизительно пропорционально скорости ее движения. Движение такой системы может быть описано следующим линейным дифференциальным уравнением второго порядка

$$m\ddot{x} + \mu\dot{x} + Cx = 0,$$

где  $m$  — масса груза, подвешенного к образцу киноплёнки;  $\mu, C$  — соответственно коэффициент демпфирования и динамическая жесткость киноплёнки.

Коэффициент демпфирования определяли измеряя скорость затухания свободных колебаний, которая обуславливается внутренними демпфирующими свойствами материала киноплёнки.

Параметры киноплёнки находили по известным из теории колебаний зависимостям:

$$\mu = 2\pi\delta/T; \tag{1}$$

$$C = m(4\pi^2 + \delta^2)/T^2, \tag{2}$$

где  $\delta = \ln(A_1/A_2) \cong (1/n) \ln(A_1/A_{1+n}) \cong 2(A_1 - A_{1+n})/n(A_1 + A_{1+n})$  — логарифмический декремент затухания;  $T$  — период колебательного процесса;  $A_1$  и  $A_2$  — амплитуды колебаний, следующих друг за другом в одну и ту же сторону.

Значение динамического модуля упругости киноплёнки определяли по формуле

$$E_d = lC/S, \tag{3}$$

где  $l$  и  $S$  — соответственно длина образца и площадь поперечного сечения киноплёнки.

### Экспериментальная часть

По полученным осциллограммам в соответствии с выражениями (1)—(3) были вычислены значения  $\mu$ ,  $C$ ,  $E_d$ . При этом испытывалось по десять образцов каждого типа киноплёнок.

Из (3) следует, что для повышения точности расчёта динамического модуля упругости киноплёнок необходимо подставлять в формулу значение площади поперечного сечения непосредственно измеряемого образца киноплёнки. Поэтому были дополнительно определены характерные для каждого типа киноплёнок толщина и масса. Последний параметр представлял собой массу одного погонного метра киноплёнки (1 пог. м).

Толщину киноплёнок измеряли на оптиметре ИЗВ-1 с точностью 0,001 мм, а массу — на точных весах АД-200 с погрешностью 0,001 г. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Анализ результатов показывает, что средние значения толщины всех типов черно-белых киноплёнок за исключением плёнки КН-4С примерно одинаковы. Разброс значений толщины всех типов киноплёнок около 5 мкм.

В зоне же перфорационных дорожек толщина всех типов киноплёнок заметно колеблется, причем нередко соседние кромки имеют существенные различия по толщине, характерные для каждой последующей четвертой перфорации (пробиваемые одним и тем же пуансоном). Здесь толщина киноплёнки меняется в пределах 10 мкм, что можно объяснить остаточными деформациями, вносимыми при пробивке перфорационных отверстий, и некачественной заточкой пуансонов.

Масса 1 пог. м киноплёнок изменяется также в широких пределах. Так, масса 1 пог. м цветных киноплёнок ЛН-7 и ДС-5М более чем на 1 г превышает массу 1 пог. м черно-белых киноплёнок, что объясняется различием плёнок по толщине.

Полученные уточненные массовые характеристики отечественных киноплёнок можно использовать разработчикам киноаппаратуры при расчетах скач-

ковых механизмов и других элементов ЛПТ киносъёмочного аппарата.

Итак, на основании полученных данных были определены коэффициенты демпфирования, динамические жесткости и динамические модули упругости всех указанных выше типов киноплёнок с усадкой не выше —0,3%, так как в съёмочной аппаратуре обычно используется только свежая киноплёнка.

Испытывались образцы киноплёнок длиной 0,250 и 0,350 м, масса груза изменялась от 0,4 до 0,7 кг, что соответствует нагрузкам, действующим на киноплёнку в ЛПТ киноаппарата.

Результаты экспериментов и вычислений показали, что определяемые параметры киноплёнок практически не зависят от длины образца (отклонение около 3%). При изменении же массы груза разброс указанных параметров более значителен (до 10%). Поэтому в данном случае следует использовать усредненные значения.

С другой стороны, испытания выявили большой разброс физико-механических свойств однотипных киноплёнок. Так, например, динамический модуль упругости для киноплёнок КН-2 ПО «Свема» с усадкой от 0 до —0,2% менялся в пределах  $(3688—4491) \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup>, т. е. более чем на 20%. Причем диапазоны изменения физико-механических свойств киноплёнок перекрывались. Существенного различия в свойствах цветных и черно-белых киноплёнок не обнаружено.

В связи с этим, видимо, целесообразно определить некоторый диапазон изменения исследуемых физико-механических параметров всех указанных типов киноплёнок. Для динамического модуля упругости такой диапазон составит  $(3100—4500) \times 10^6$  Н/м<sup>2</sup>, для коэффициента демпфирования — 8—16 кг/с. Что касается динамической жесткости киноплёнки, то здесь можно выделить два поддиапазона: 78—88 Н/мм — для черно-белых и 80—105 Н/мм — для цветных киноплёнок.

Укажем для сравнения, что модуль упругости киноплёнки, определенный при статической нагрузке [5], равен  $2217 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup> для киноплёнок КН-1,

Результаты измерений толщины и массы киноплёнок

Киноплёнка	Изготовитель (ПО)	Усадка, %	Толщина по ГОСТу 4896—73, мм	Средняя толщина в зоне кадрового окна, мм	Максимальная толщина в зоне перфораций, мм	Масса 1 пог. м, г
КН-1	«Свема»	0 — (—0,2)	$0,150 \pm 0,025$ $-0,010$	0,145	0,150	6,3
КН-2	»	»	»	0,157	0,158	6,5
КН-2	«Тасма»	»	»	0,154	0,156	6,6
НК-2	»	»	»	0,150	0,152	6,5
КН-3	«Свема»	»	»	0,153	0,155	6,6
КН-4С	»	»	»	0,162	0,163	7,0
ЛН-7	«Тасма»	(—0,2) — (—0,3)	$0,150 \pm 0,030$	0,172	0,180	7,7
ДС-5М	»	»	»	0,169	0,175	7,4

КН-3 и  $2609 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$  для киноплёнок ЛН-7 и ДС-5М.

### Выводы

1. Модуль упругости, характеризующий сопротивление материала упругой деформации, исследованных негативных киноплёнок с усадкой от 0 до  $-0,3\%$  увеличивается при динамическом нагружении по сравнению с модулем упругости при статических нагрузках на  $40-90\%$  и составляет  $(3100-4500) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ . Поэтому при всех расчетах необходимо использовать динамический модель упругости киноплёнки, значения которого были вычислены с учетом ее реальной толщины, изменявшейся от  $0,145 \text{ мм}$  у КН-1 до  $0,172 \text{ мм}$  у ЛН-7. Следует также отметить, что киноплёнка не совсем точно подчиняется закону Гука, так как для нее недостаточно строго соблюдается прямо пропорциональная зависимость между напряжением и деформацией.

2. При составлении динамической модели лентопротяжного тракта киноаппарата необходимо учитывать динамическую жесткость и демпфирующие свойства киноплёнок. Причем для негативных черно-белых киноплёнок с усадкой от 0 до  $-0,2\%$  динамическая жесткость равна  $78-88 \text{ Н/мм}$ , для негативных цветных киноплёнок с усадкой от 0 до  $-0,3\%$  —  $80-105 \text{ Н/мм}$ . Коэффициент демпфирования для указанных выше значений длин киноплёнок и массы груза находится в пределах  $8-16 \text{ кг/с}$ .

3. Уточненные в данной работе значения массы 1 пог. м киноплёнок, изменяющиеся от  $6,0 \text{ г}$  (КН-1) до  $8,0 \text{ г}$  (ЛН-7) позволяют более точно представить

поведение конкретного типа киноплёнки в फिल्मовом канале при расчете процесса транспортирования с помощью динамической модели системы киноплёнка — грейферный механизм и могут быть использованы при расчетах элементов лентопротяжного тракта киносъёмочного аппарата.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин С. Г. Кинематические и динамические характеристики киноленты при транспортировании ее грейферными механизмами. — Труды ЛИКИ, 1955, вып. 3, с. 152—158.
2. Дабайн Б. Н. Вопросы исследования и проектирования грейферных механизмов киноаппаратуры. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Томский политехнический институт, 1974, с. 106—123.
3. Мелик-Степанян А. М. Исследование динамических усилий на перфорации в начале рабочего цикла грейфера. — Техника кино и телевидения, 1968, № 9, с. 27—31.
4. Федоров Г. Е. Исследование усилий транспортирования кинолент. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. ЛИТЛП, 1973.
5. Фридман Е. Н. Динамика прерывистого транспортирования киноленты грейферными механизмами. — Техника кино и телевидения, 1969, № 12, с. 15—22.
6. Мелик-Степанян А. М., Проворов С. М. Детали и механизмы киноаппаратуры. — Л.: изд. ЛИКИ, 1980, с. 31.
7. Леоновичус Л. Л., Рагульскене В. Л. Некоторые вопросы поведения вязко-упругих тел при импульсном возмущении. — Вибротехника, 1969, вып. 4(9), с. 179—188.
8. Леоновичус Л. Л., Рагульскене В. Л., Серапинас В. П. Определение некоторых реологических констант бумаги. — Вибротехника, 1970, вып. 1(10), с. 107—125.
9. Скуркайте О. А., Рагульскис К. М., Навицкас А. Й. Вопросы определения динамических характеристик пары лента — головка. — Вибротехника, 1970, вып. 1(10), с. 35—40.

*Московское конструкторское бюро киноаппаратуры*



УДК 778.53.022.5

## Электрические схемы экспонетрических устройств профессиональных киносъёмочных аппаратов

М. Ф. Зеленер, В. С. Пантелеев

Основная цель разработки современной профессиональной киносъёмочной аппаратуры — дальнейшее совершенствование ее технико-экономических и эксплуатационных характеристик, позволяющее повысить качество исходных фильмовых материалов, снизить потребление дефицитной киноплёнки и увеличить производительность труда кинооператоров. Один из путей достижения этой цели — оснащение

профессиональной киноаппаратуры встроенными экспонетрическими устройствами (ЭУ). Применение встроенных ЭУ расширяет технологические возможности киносъёмочных аппаратов (КСА), повышает точность и оперативность установки экспозиционного режима при киносъёмке. Разработка таких устройств в течение ряда лет проводилась на киностудиях «Киевнаучфильм», им. А. П. Дов-

женко, «Центрнаучфильм», а также в НИКФИ и МКБК.

В настоящей статье рассмотрены основные параметры ЭУ профессиональных КСА и преимущества установки экспозиционного режима с помощью этих устройств. Приведены также принципиальные электрические схемы ЭУ, разработанные НИКФИ и МКБК в 1976—1980 гг.

Оптические схемы всех рассматриваемых ЭУ построены по системе TTL, позволяющей контролировать освещенность изображения в плоскости кадрового окна КСА. В зависимости от размеров контролируемого устройством участка кадра различают «интегральный» и «точечный» режимы работы ЭУ. В первом случае, как правило, площадь этого участка составляет не менее 30 % площади кадра, а во втором — не превышает 1 %, что при 35-мм формате соответствует кружкам с диаметрами 11 и 2 мм.

В полуавтоматическом режиме ЭУ индицирует отклонение экспозиции киноплёнки от номинального значения. Диапазон индикации этого отклонения для устройств, имеющих точечный режим контроля, составляет  $\pm 3,5$ —4 ст<sup>1</sup>, а для ЭУ только с интегральным режимом —  $\pm 2$  ст. Промежуточные значения отклонения индицируются через каждые 0,5 ст. Разрешающая способность индикации на индексе номинальной экспозиции — 0,05—0,10 ст.

В упрощенных вариантах ЭУ только с интегральным режимом контроля, так же как и в ЭУ любительских КСА, используется индикация вида «меньше — норма — больше». При этом переход от индекса «норма» к одному из крайних индексов обычно соответствует  $\pm 0,25$  ст.

Установка экспозиционного режима с помощью рассматриваемых устройств имеет следующие преимущества.

Непосредственный контроль освещенности экспонирующей пленку изображения повышает точность установки экспозиционного режима, так как при этом исключаются погрешности, связанные с неточностью градуировки и установки диафрагмы киносъёмочного объектива и влиянием масштаба изображения на его освещенность. В соответствии с нормативно-технической документацией [1] погрешность градуировки шкалы знаменателей относительных отверстий диафрагм съёмочных объективов может достигать 5—10 %, что соответствует погрешности установки экспозиции в 0,14—0,28 ст. Так как основная погрешность разработанных ЭУ не превышает 0,3—0,5 ст, то необходимость исключения этой погрешности очевидна.

<sup>1</sup> Ступень (сокращенно — ст) — логарифмическая единица при основании 2, применяемая в экспонометрии для выражения относительных изменений экспозиции и связанных с ней величин.

Влияние масштаба изображения на его освещенность особенно значительно при макро- и микрокиносъемках. Это не только существенно затрудняет установку экспозиционного режима с помощью автономных приборов [2], но и существенно увеличивает ее погрешность. Из-за малых размеров объектов съемки использоване таких приборов часто вообще невозможно.

Применение рассматриваемых ЭУ обеспечивает постоянство размеров и положения контролируемого участка кадра независимо от масштабов изображения и фокусных расстояний съёмочной оптики.

Полуавтоматический режим работы ЭУ и индикация в лупе КСА отклонения экспозиции от номинального значения в удобной для оператора форме — в ступенях (1 ст соответствует переходу от одного оцифрованного значения диафрагмы объектива к другому) существенно повышают оперативность установки экспозиционного режима.

Нормальная работа устройств при вращающемся объекторе КСА позволяет получать высокое качество исходных фильмовых материалов и в тех случаях, когда непосредственно во время съемки существенно изменяется экспозиционный режим.

Во всех разрабатываемых в последнее время ЭУ в качестве фотоприемников используются фотовольтаические приемники излучения (полупроводниковые фотоэлементы и фотодиоды). Эти устройства отличаются от ранее разработанных ЭУ с фоторезисторами [3] повышенной точностью, широким динамическим диапазоном и малой инерционностью. Однако небольшая чувствительность фотовольтаических приемников, не превышающая 0,8—1 мА/лм при необходимой для ЭУ спектральной характеристике, низкие уровни световых сигналов, подлежащих контролю с помощью устройств, и недостаточно высокое внутреннее сопротивление этих фотоприемников [4] существенно затрудняют усиление и преобразование их сигналов.

Основной элемент электрической схемы ЭУ — преобразователь фототока (ПФ), обеспечивающий работу фотоприемника в режиме короткого замыкания, при котором фотовольтаические приемники излучения имеют наиболее точные световые характеристики.

Кроме этого, ПФ вводит экспозиционные параметры (светочувствительность киноплёнки и частоту киносъёмки), обеспечивает нормальную работу ЭУ при остановленном и вращающемся объекторе КСА, изменяет чувствительность ЭУ при изменении размеров контролируемого участка кадра. ПФ также усиливает и логарифмирует ток фотоприемника. Такое преобразование обеспечивает широкий динамический диапазон измеряемых световых потоков (в некоторых ЭУ достигающий 5—6 декад), позволяет получить равномерную шкалу индикации и учесть большое число дискретно и



непрерывно (бесступенчато) изменяющихся параметров.

Параметры, значения которых изменяются непрерывно, вводятся с помощью линейных прецизионных переменных резисторов, снабженных шкалами этих значений. Логарифмический характер шкал позволяет не только с минимальной относительной погрешностью вводить в ЭУ значения параметра, изменяющиеся в широких пределах, но и с помощью одного переменного резистора вводить отношение или произведение сразу двух параметров, например светочувствительности киноплетки и частоты киносъемки. При этом резистор снабжается двумя шкалами этих параметров, одна из которых неподвижна, а другая перемещается вместе с движком резистора.

Принципиальная электрическая схема ПФ ЭУ примененного в КСА «Кинор-16», приведена на рис. 1. В этом блоке использована известная схема термокомпенсированного логарифмического преобразователя с заземленным выходом [5]. Коэффициент преобразования ПФ равен 150 мВ/ст. В качестве логарифмирующего элемента в схеме применен транзистор  $V3$ , входящий в микросхему  $У2$  типа К198НТ5.

Исследование характеристик транзисторов таких микросхем разных лет выпуска показало, что с их помощью можно выполнять логарифмирование токов в диапазоне от  $2 \cdot 10^{-12}$  до  $2 \cdot 10^{-4}$  А с погрешностью не более 1,5—2 % от значения преобразуемого тока.

Транзистор  $V4$  в диодном включении ускоряет установление рабочего режима ПФ после подачи

напряжения питания и при появлении на входе преобразователя тока обратной полярности. В таком включении у всех исследованных транзисторов обратный ток эмиттерного перехода при напряжении 500 мВ не превышал 1 пА.

Экспозиционные параметры в ПФ вводятся подачей напряжения смещения на эмиттер термокомпенсирующего транзистора  $V5$  микросхемы  $У2$ . Это напряжение снимается с резисторов  $R2$ ,  $R3$  и  $R4$ . Резисторы предназначены:  $R2$  — для ввода чисел светочувствительности киноплетки и частот киносъемки,  $R3$  — для установки чувствительности ЭУ при его настройке,  $R4$  с выключателем  $S1$  — для изменения чувствительности ПФ при пуске и останове механизма КСА. Это изменение чувствительности необходимо в связи с тем, что при неизменных экспозиционных условиях среднее значение освещенности фотоприемника во время киносъемки примерно в два раза меньше освещенности при остановленном механизме аппарата. Для обеспечения термокомпенсации ПФ и исключения влияния выходного напряжения операционного усилителя  $У5$  на напряжение смещения цепь резисторов  $R2$  —  $R4$  питается от термовысокоточного источника тока, собранного на транзисторах  $V1$  и  $V2$  микросхемы  $У1$  и терморезисторе  $R1$ , который, так же как и резистор  $R5$ , выполнен из медной проволоки. При необходимости ввода в ПФ других кроме перечисленных выше параметров, например при переключении режимов контроля интегральный — точечный, в цепь смещения  $R2$  —  $R4$  могут быть включены переменные резисторы или постоянные с переключателями.

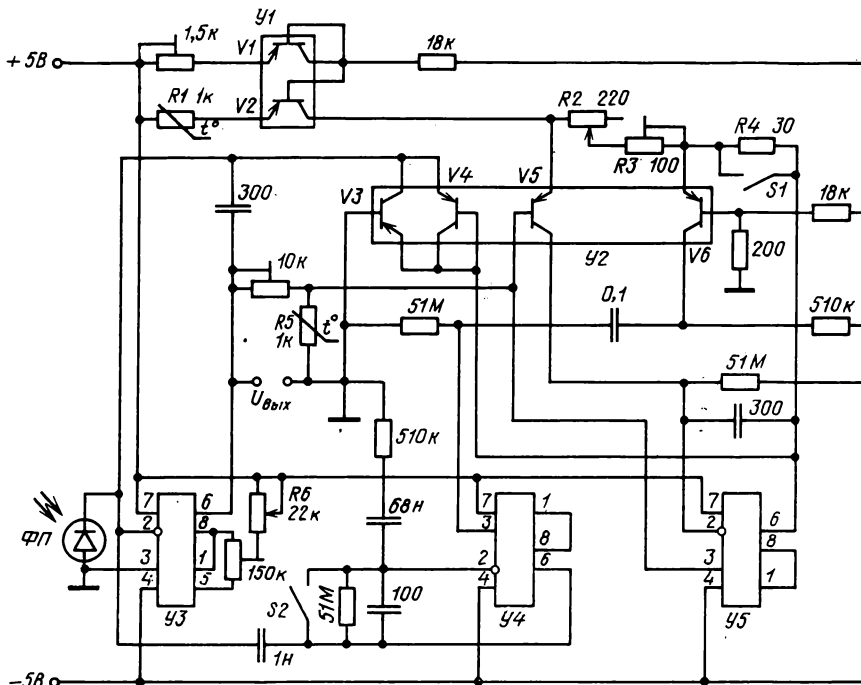


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема преобразователя фототока:

$У1$ ,  $У2$  — К198НТ5Б;  $У3$ ,  $У4$ ,  $У5$  — К544УД2А;  $R2$  — СП5-21А

Одновременно с размыканием выключателя  $S1$  при пуске механизма КСА размыкается выключатель  $S2$ , что приводит к включению цепи нелинейной динамической обратной связи. Эта цепь стабилизирует динамические параметры ПФ, что необходимо для получения в съемочном режиме выходного сигнала преобразователя, прямо пропорционального логарифму среднего значения освещенности фотоприемника [6]. Она обеспечивает хорошее сглаживание пульсаций выходного напряжения при сохранении относительно небольшого времени установления показаний ЭУ. Цепь нелинейной динамической обратной связи образована потенцирующим каскадом на транзисторе  $V6$  микросхемы  $У2$  и каскадом переменного тока на операционном усилителе  $У4$ . Высокая согласованность параметров транзисторов, входящих в одну микросхему типа К198НТ5, обеспечивает точное соответствие параметров потенцирующего каскада на транзисторе  $V6$  и логарифмирующего звена на транзисторе  $V3$  ( $У2$ ) и усилителе  $У3$ .

В КСА «Кинор-16» в качестве фотоприемника  $\Phi П$  используется кремниевый фотодиод  $\Phi Д-20 К П$ , отличающийся повышенной чувствительностью в синей зоне спектра и сравнительно большим внутренним сопротивлением (около 10 МОм). Размеры светочувствительной площадки фотоприемника  $4 \times$

$\times 4$  мм. Несмотря на это, из-за малых значений тока фотоприемника, применяемого в ЭУ со светофильтром из стекла СЗС-21 толщиной 1 мм, необходимы контроль и установка «нуля» ЭУ, выполняемая резистором  $R6$  при затемненном фотоприемнике. При этом на фотоприемнике  $\Phi П$  устанавливается напряжение, при котором его темновой ток компенсирует входной ток операционного усилителя  $У3$ . Значение этого напряжения обычно не превышает нескольких сотен микровольт.

ПФ имеет очень низкое выходное сопротивление, а ток его нагрузки может составлять 1,5—2 мА, что существенно упрощает подключение к нему индикационного блока ЭУ.

В КСА 1 КР-Т отклонения экспозиции от номинального значения в диапазоне  $\pm 3,5$  ст индицируются с помощью специализированного биполярного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) на три двоичных разряда (рис. 2). В его состав входит дифференциальный усилитель (микросхемы  $У6$  и  $У7$ ), служащий для индикации полярности отклонения экспозиции и точной установки ее номинального значения по равенству яркости свечения знаков полярности. В случае упрощенной индикации вида «меньше — норма — больше» используется только этот усилитель с расширенной зоной одновременного свечения знаков. Он же управляет

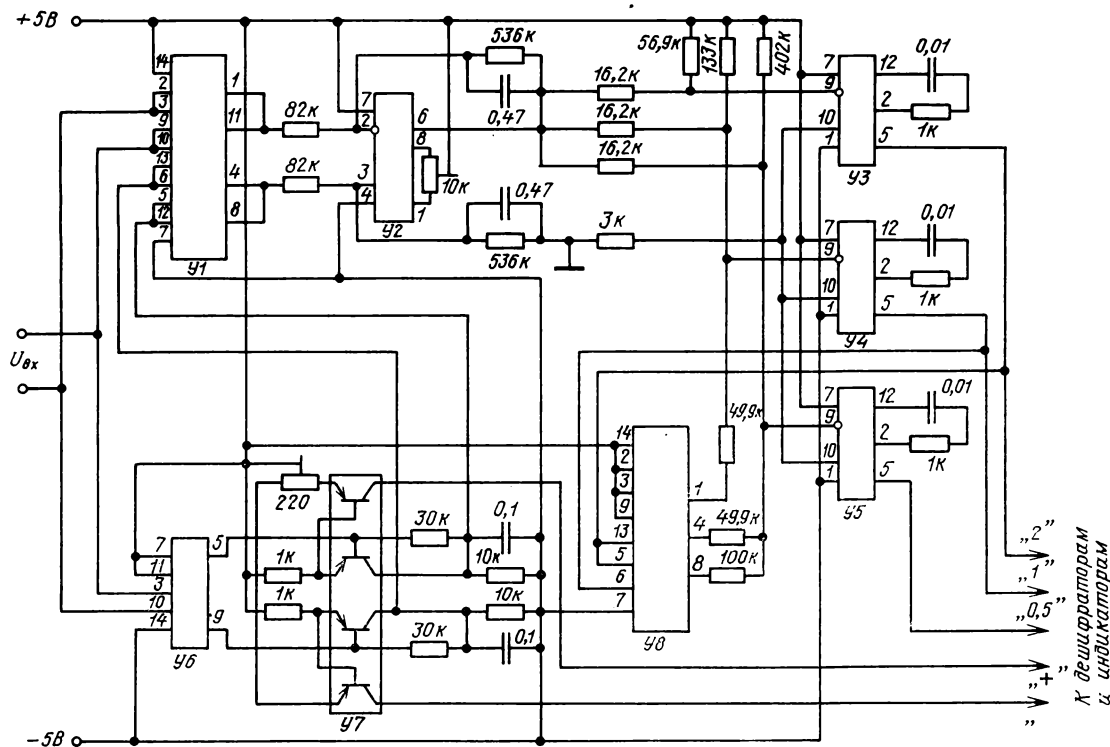


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока индикации:

$У1, У8$  — К176КТ1;  $У2$  — К544УД1Б;  $У3, У4, У5$  — К140УД2Б;  $У6$  — К118УД1Б;  $У7$  — К198НТ7Б

детектором У1, после которого сигнал подается на преобразователь дифференциального входного сигнала в однопроводный относительно, общего вывода, сигнал (микросхема У2).

Микросхемы У3, У4, У5 и У8 образуют соответственно АЦП, работающий по методу переменных порогов [7]. С выхода преобразователя сигнал подается на дешифраторы и на цифровые или позиционные индикаторы.

Напряжение питания  $\pm 5$  В подается на ПФ и АЦП от стабилизатора. Ниже приводятся технические параметры наиболее совершенного из разработанных НИКФИ и МКБК экспонометрического устройства.

Технические параметры экспонометрического устройства	
Виды контроля . . . . .	интегральный, точечный
Диапазон чисел светочувствительности киноплёнки, ед. ГОСТ . . . . .	16—500
Диапазон частот киносъёмки, кадр/с . . . . .	8—32
Диапазон индикации отклонения экспозиции, ст . . . . .	$\pm 3,5$
Основная погрешность при остановленном обтюраторе и любом сочетании экспозиционных параметров, ст, не более . . . . .	$\pm 0,5$
Основная погрешность при вращающемся обтюраторе, ст, не более . . . . .	$\pm 0,6$
Погрешность перехода от индекса номинальной экспозиции к индексам ее отклонений (0,5; 1,0 и т. д.), ст, не более . . . . .	$\pm 0,15$

Температурный коэффициент погрешности в рабочем диапазоне температур $-30 \text{ — } +40 \text{ }^\circ\text{C}$ , ст/К, не более . . . . .	$\pm 0,165$
Время установления показаний, с, не более: в репетиционном режиме . . . . .	1
в съёмочном режиме . . . . .	3

Рассмотренные технические решения применены в ряде ЭУ профессиональных КСА. Результаты лабораторных и эксплуатационных испытаний этих устройств свидетельствуют о высокой надежности, соответствии предъявляемым требованиям и перспективности их применения в профессиональном кинематографе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Объективы фотографические, киносъемочные и телевизионные съёмочные. Относительные отверстия. Ряды числовых значений. ГОСТ 17175—71.
2. Кудряшов А. Н. Практика макросъемки. — Техника кино и телевидения, 1977, № 12, с. 26—31.
3. Зеленер М. Ф. Электронная схема полуавтоматического экспонометрического устройства с фоторезистором. — Труды НИКФИ, 1977, вып. 85, с. 87—100.
4. Зеленер М. Ф. Применение селеновых фотоэлементов для измерения малых освещенностей. — Техника кино и телевидения, 1980, № 9, с. 20—22.
5. Шило В. Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. — М.: Сов. Радио, 1979, с. 174—175.
6. Зеленер М. Ф. Логарифмический преобразователь. Авт. свид. № 742971. — БИ, 1980, № 23.
7. Бахтияров Г. Д., Малинин В. В., Школин В. П. Аналого-цифровые преобразователи. — М.: Сов. Радио, 1980, с. 184—185.

*Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут, Московское конструкторское бюро киноаппаратуры*



УДК 771.447+791.44.022:621.32

## Киноосветительные приборы «Марс-2000М» и «Марс-3000М»

А. М. Курицын, Н. Т. Семенихин

Приборы «Марс-2000» и «Марс-3000», выпускаемые серийно с 1973 г., имеют облегченную конструкцию и предназначены для освещения при хроникально-документальных съемках, требующих высокой оперативности. Они могут быть также использованы для освещения съемок художественных фильмов и освещения ТВ передач [1].

Прибор «Марс-2000» двухсекционный, каждая из секций представляет собой параболоцилиндрический отражатель направленно-рассеянного света с лампой типа КГ мощностью 1000 Вт на напряжение 110 В или 220 В. Поверхность отража-

теля обработана дробеструйным способом. Прибор «Марс-3000» имеет соответственно три секции.

Модернизация в основном была вызвана главным недостатком осветительных приборов с «дробеструйными» параболоцилиндрическими отражателями— отсутствием воспроизводимости светотехнических характеристик от образца к образцу и нестабильностью их во времени из-за невозможности полного устранения загрязнений. Кроме того, были ликвидированы некоторые конструктивные недостатки в узле ручки прибора, выключа-

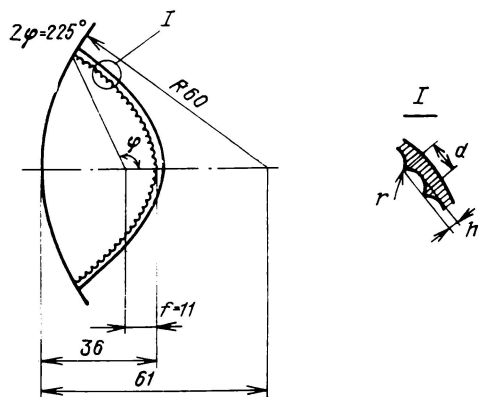


Рис. 1. Профиль параболоцилиндрического отражателя с продольными вогнутыми цилиндрическими канавками

теле, крепящих элементах. Электрическая схема приборов выполнена на напряжение 220 В.

Приборы были модернизированы НИКФИ и Киевским филиалом Одесского конструкторского бюро кинооборудования. «Дробеструйные» параболоцилиндрические отражатели заменены параболоцилиндрическими отражателями тех же геометрических размеров, на поверхности которых нанесены параллельно друг другу цилиндрические продольные канавки (рис. 1) [2]. Геометрические параметры оптических элементов в виде вогнутых цилиндрических канавок рассчитывались по специальной методике на ЭВМ «Минск-22», согласно требуемой кривой светораспределения. Размеры канавок должны были обеспечить светотехнические характеристики в соответствии с существующими ТУ на приборы. Канавки, накатанные на поверхность отражателя, имеют ширину  $d=2,9\pm 0,1$  мм, радиус  $r=7,2\pm 0,1$  мм и глубину  $h=0,15$  мм (см. рис. 1):

Измерения изготовленных отражателей показали высокую воспроизводимость светотехнических характеристик от образца к образцу. Максимальное их отклонение составляет 5 % от номинального значения. Коэффициент отражения отражающих поверхностей составил 80—83 % (данные получены по измерениям восьми отражателей). Отражатели были изготовлены из листового алюминия высокой чистоты, перед нанесением канавок алюминий подвергали электролитическому полированию. Канавки отражателя после накатки имели зеркальную поверхность, класс чистоты которой соответствовал классу чистоты накатывающего инструмента.

В таблице приведены технические характеристики «Марс-2000М» и «Марс-3000М».

КПД приборов в угле рассеяния  $2\alpha$  по 0,5  $I_{\max}$  равен 60—65 %.

Технические характеристики приборов

Прибор	Сила света $I_{\max}$ , кд	Угол рассеяния $2\alpha$ по 0,5 $I_{\max}$ в плоскости, град		Масса, кг	Габариты, мм
		вертикальной	горизонтальной		
«Марс-2000М»	30 000	50	95	2,4	75×300×250
«Марс-3000М»	45 000	50	95	3,15	75×300×350

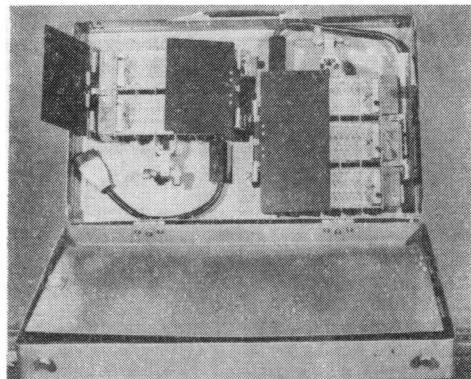


Рис. 2. Чемодан для транспортировки с полным комплектом приборов

В приборах предусмотрены элементы крепления рамки с пленочным светофильтром на световое отверстие. Приборы и принадлежности к ним транспортируются в чемодане (рис. 2), в котором размещаются «Марс-2000М» и «Марс-3000М» по одному прибору каждого типа. Масса чемодана с полным комплектом — около 19 кг. Приборы снабжены присоединительным кабелем ПОГ-2НР-220 длиной 15 м. При съемке их устанавливают на штативы, освещение объектов можно производить и с рук.

Приборы прошли эксплуатационные испытания на Центральной студии документальных фильмов и получили высокую оценку кинооператоров, с 1983 г. рекомендованы к серийному производству.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оснащение киностудий новой осветительной аппаратурой. /Г. Л. Ирский, В. Г. Пелль, А. Н. Лазарева, В. Е. Соколова. — Техника кино и телевидения, 1972, № 3, с. 3—13.

2. Осветительный прибор. /А. М. Курицын, Н. Т. Семенихин, Н. Ф. Земцова, Д. Г. Федотова, Б. А. Фомин. Авт. свид. № 901717 — БИ, 1982, № 1.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут



# Влияние модуляционных характеристик на отдачу цвето-серебряных фотографических фонограмм фильмокопий

Т. Н. Носкова

Одними из наиболее заметных дефектов звуковоспроизведения в кинотеатре являются малая отдача и ее изменение между частями цветного фильма. В значительной степени они вызваны разбросом модуляционных характеристик фотографических цвето-серебряных фонограмм.

Изменение модуляционных характеристик цвето-серебряных фонограмм обусловлено в основном нестабильностью технологического процесса тиражирования массовых фильмокопий, что приводит к разбросу денситометрических параметров темных и светлых участков звуковой дорожки. Существует мнение, что данную проблему можно решить при использовании в массовом производстве автоматизированных систем управления технологическими процессами печати и обработки [1]. Нам представляется, что в существующем технологическом процессе для уменьшения влияния модуляционных параметров фонограмм на колебания отдачи необходимо выявить факторы, вызывающие снижение отдачи фонограмм, определить возможность их устранения и уточнить требования к контролю параметров фонограмм.

Для оценки влияния на отдачу возникающего в технологическом процессе разброса модуляционных характеристик цвето-серебряных фонограмм в звукокопее киностудии «Ленфильм» в течение года систематически контролировались образцы фонограмм с записью синусоидального сигнала частоты 1 кГц при максимальной модуляции. Измерения отдачи испытуемых фонограмм на одной звуковоспроизводящей установке (на рис. 1 для примера приведена гистограмма отдачи фонограмм при воспроизведе-

нии с кремниевым фотодиодом) и статистическая обработка полученных результатов показали, что размах изменений отдачи, вызванный разбросом модуляционных параметров фонограмм при воспроизведении с сурьмяно-цезиевым фотоэлементом составляет в среднем 3,1 дБ, достигая максимальных отклонений до 3,5—4 дБ. При воспроизведении тех же фонограмм с кремниевым фотодиодом средний разброс отдачи составил 2,2 дБ при максимальных отклонениях 3,0—3,5 дБ.

Измерения показали, что если максимальные значения отдачи этих фонограмм были обусловлены перемодуляцией сигнала, то причинами малой отдачи чаще всего являлись либо повышенная плотность светлых участков, либо малая плотность темных участков звуковой дорожки.

Характерные примеры влияния изменений денситометрических параметров на отдачу цвето-серебряных фонограмм на киноплёнке ЦП-8Р приведены в табл. 1, в которой обозначено:  $D_0$  — плотность вуали киноплёнки;  $D_{\text{СЦВ}}$ ,  $D_{\text{ЦГ}}$  — плотности фонограмм, измеренные с фотоэлементами типа СЦВ и ЦГ.

Таблица 1

Экспериментальные данные влияния на отдачу изменений денситометрических параметров фонограмм

Фонограммы на киноплёнке ЦП-8Р	Денситометрические параметры фонограмм			Отдача фонограмм, дБ, при воспроизведении с фотоэлементом типа	
	$D_{\text{СЦВ}}$	$D_{\text{ЦГ}}$	$D_0$	СЦВ	Фотодиод
1А	1,40	0,96	0,12	0	0
2А	1,45	1,00	0,17	-2,3	-2,0
1Б	1,38	1,01	0,15	0	0
2Б	1,28	0,87	0,12	0	-1,5

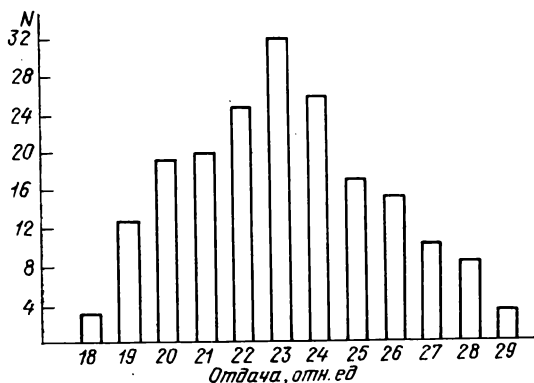


Рис. 1. Гистограмма отдачи цвето-серебряных фонограмм экспериментальных образцов при измерении с фотоэлементом типа кремниевый фотодиод.

$N$  — количество образцов

Как видно из приведенных данных, для отпечатанных с одного негатива фонограмм 1А и 2А малая отдача фонограммы 2А обусловлена повышенной плотностью светлого участка звуковой дорожки, в то время как для фонограмм, полученных с другого негатива — 1Б и 2Б, при воспроизведении с фотодиодом снижение отдачи фонограммы 2Б обусловлено меньшей плотностью темного участка фонограммы. Однако результаты экспериментальных исследований не позволяют разделить влияние на колебания отдачи изменений плотностей темных и светлых участков звуковой дорожки.

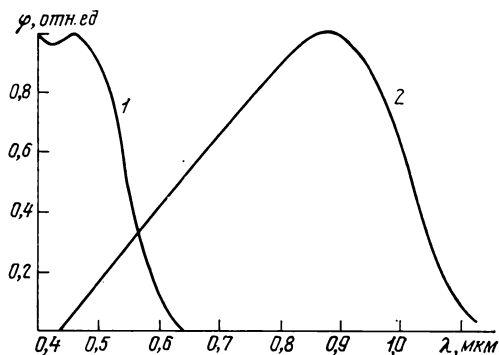


Рис. 2. Относительные спектральные характеристики чувствительности фотоэлементов:

1 — сурьмяно-цезиевого фотоэлемента; 2 — кремниевого фотодиода

Количественное влияние на отдачу фонограмм изменений плотностей темных и светлых участков звуковой дорожки при воспроизведении с двумя типами фотоэлектрических преобразователей, имеющими различную спектральную чувствительность (рис. 2), удобнее оценивать расчетом, пользуясь формулой, определяющей ток в цепи фотоэлемента [2]:

$$i = R_{\text{макс}} \Phi_{\text{макс}} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda, T) \varphi(\lambda) [\tau_c(\lambda) - \tau_r(\lambda)] d\lambda. \quad (1)$$

Для расчета отдачи по данной формуле кроме известной относительной спектральной характеристики излучения лампы накаливания  $R(\lambda, T)$  и относительной спектральной чувствительности фотоэлектрического преобразователя  $\varphi(\lambda)$  необходимо установить также пределы возможного изменения спектральной характеристики пропускания цвето-серебряной фонограммы  $[\tau_c(\lambda) - \tau_r(\lambda)]$  вследствие различных отклонений в технологическом процессе. В (1)  $R_{\text{макс}}$ ,  $\Phi_{\text{макс}}$  — максимальные значения соответственно спектральной мощности излучения лампы и чувствительности фотоприемника.

С этой целью были измерены характеристики спектрального пропускания цвето-серебряных фонограмм на киноплёнке ЦП-8Р при различных плотностях темных и светлых частей звуковой дорожки (рис. 3 и 4).

На основе результатов измерений этих спектральных характеристик методом графического интегрирования по формуле (1) определено влияние на отдачу фонограмм изменения плотностей темных ( $D_T$ ) и светлых ( $D_C$ ) участков при воспроизведении с двумя типами фотоэлементов (табл. 2 и 3).

Расчеты показывают, что при воспроизведении фонограмм с кремниевым фотодиодом отдача более критична к изменению плотностей темных участков звуковой дорожки, пропускание которой в области спектральной чувствительности фотодиода

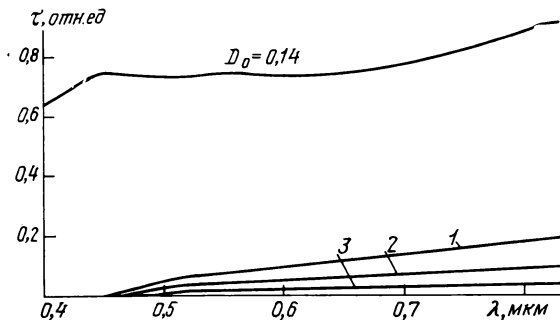


Рис. 3. Кривые спектрального пропускания темных участков звуковой дорожки цвето-серебряных фонограмм с различными денситометрическими параметрами на киноплёнке ЦП-8Р:

1 —  $D_{\text{СЦВ}} = 1,05$ ; 2 —  $D_{\text{СЦВ}} = 1,32$ ; 3 —  $D_{\text{СЦВ}} = 1,65$

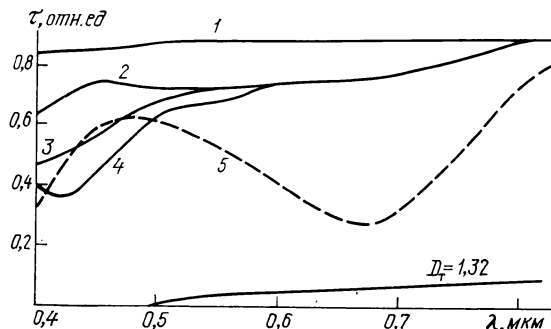


Рис. 4. Кривые спектрального пропускания светлых участков звуковой дорожки фонограмм на киноплёнках с разной плотностью вуали:

1 —  $D_0 = 0,06$  (киноплёнка МЗ-3); 2 —  $D_0 = 0,14$  (ЦП-8Р); 3 —  $D_0 = 0,18$  (ЦП-8Р); 4 —  $D_0 = 0,22$  (ЦП-8Р); 5 —  $D_0 = 0,25$  (ЦП-8Р)

(см. рис. 2) определяется в основном количеством остаточного серебра в фонограмме. Так, если изменение отдачи при уменьшении плотности фонограммы  $D_T$  от 1,63 до 1,05 при воспроизведении с сурьмяно-цезиевым фотоэлементом составило 0,7 дБ, то при воспроизведении этих же фонограмм с фотодиодом отдача уменьшилась на 1,3 дБ (см. табл. 2).

Из табл. 3 видно, что при воспроизведении с сурьмяно-цезиевым фотоэлементом особое влияние на отдачу оказывает изменение плотностей светлых участков фонограммы. Так, за счет увеличения их плотностей на многослойной киноплёнке ЦП-8Р в области спектральной чувствительности сурьмяно-цезиевого фотоэлемента (см. рис. 2) отдача цвето-серебряной фонограммы примерно на 1,5—2,0 дБ меньше отдачи серебряной фонограммы на киноплёнке МЗ-3. Появление на фонограмме вуали желтого цвета (см. рис. 4, кривая 4) снижает отдачу при работе с фотоумножителями примерно на 2,0—3,0 дБ (табл. 3, кривая 4).

Таблица 2

Влияние на относительную отдачу фонограммы изменения плотности темного участка звуковой дорожки

Вид фонограммы (спектральные характеристики пропускания на рис. 3)	Денситометрические параметры, измеренные с фотоэлементом СЦВ		Расчетные значения отдачи, дБ, при использовании фотоэлемента типа	
	$D_T$	$D_C$	СЦВ	Фотодиод
Серебряная фонограмма	1,12	0,06	0	0
Цвето-серебряная фонограмма				
кривая 1	1,05	0,14	-2	-1,8
кривая 2	1,32	0,14	-1,5	-0,9
кривая 3	1,63	0,14	-1,3	-0,5

Таблица 3

Влияние на относительную отдачу фонограммы изменения плотности светлого участка звуковой дорожки

Вид фонограммы (спектральные характеристики пропускания на рис. 4)	Денситометрические параметры, измеренные с фотоэлементом СЦВ		Расчетные значения отдачи, дБ, при использовании фотоэлемента типа	
	$D_T$	$D_C$	СЦВ	Фотодиод
Серебряная фонограмма				
кривая 1	1,12	0,06	0	0
Цвето-серебряная фонограмма				
кривая 2	1,32	0,14	-1,5	-0,9
кривая 3	1,32	0,18	-2,5	-0,9
кривая 4	1,32	0,22	-3,4	-1,2
кривая 5	1,32	0,25	-4,3	-3,3

Большое влияние на отдачу при воспроизведении фонограммы с обоими типами фотоэлементов оказывают некоторые виды цветной вуали, появляющиеся в процессе химической обработки фонограмм. При появлении вуали с  $D_0=0,25$ , спектральная характеристика пропускания которой изображена на рис. 4, кривая 5, отдача фонограммы уменьшается на 3,0—4,0 дБ (табл. 3, кривая 5).

Приведенные в табл. 2 и 3 результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными, показывающими влияние на отдачу фонограмм разброса их модуляционных параметров.

При массовом производстве фильмокопий влияние модуляционных характеристик фонограмм на колебания отдачи может увеличиться по сравнению

со студийными данными. Это обусловлено в первую очередь отклонениями от стандартного режима тиражирования фонограмм: выходом из компенсационного режима записи — копирования, превышением допустимого предела изменений плотностей фонограммы [3], а также недостатками контроля параметров качества фонограмм и комплектации фильмокопий из частей, фонограммы которых имеют различную плотность.

В условиях эксплуатации дополнительные изменения отдачи фонограмм возникают вследствие износа фильмокопий [4] и применения в киносети двух типов фотоэлектрических преобразователей, при использовании которых предъявляются различные требования к режимам получения и модуляционным параметрам фонограмм.

Для уменьшения влияния модуляционных свойств фонограмм на колебания отдачи в существующем технологическом процессе следует:

уточнить допустимые пределы изменения плотностей фонограмм в связи с постепенным переходом на использование в киносети кремниевых фотодиодов, при которых отдача фонограмм более критична к малым плотностям темных участков звуковой дорожки;

установить основные причины и возможность снижения повышенной плотности светлого участка звуковой дорожки и наладить ее повсеместный контроль;

повысить требования к контролю при производстве фонограмм массовых фильмокопий и их комплектации.

Экспериментальная часть работы выполнена на киностудии «Ленфильм» с помощью и при участии технолога звукоцеха Е. М. Гениной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшин Л. Ф. Перспективы использования электронной и вычислительной техники в технологических процессах кинематографа. — Техника кино и телевидения, 1979, № 11, с. 7—17.
2. Бургов В. А. Основы записи звука. — М.: Искусство, 1954, с. 471.
3. Усовершенствование технологии тиражирования фотографических фонограмм /В. А. Бургов, В. В. Цирулина, Н. Н. Усачев, Е. А. Клигман. — Труды ЛИКИ, 1973, вып. 22, с. 5—13.
4. О влиянии эксплуатационного износа фотографических фонограмм фильмокопий на качество звуковоспроизведения /Н. И. Дворко, С. Б. Дементьев, К. Г. Ершов, Т. Н. Носкова. — Техника кино и телевидения, 1982, № 10, с. 17—21.

# Расчетное определение качества изображения в сквозном тракте ТВ вещания

О. В. Гофайзен, Т. М. Ляхова, Б. М. Певзнер

## Введение

В 1974—1976 гг. в Советском Союзе была разработана группа ГОСТов на основные качественные показатели звеньев тракта ТВ вещания [1—6]. «Каждый ГОСТ устанавливал нормы в основном исходя из достигнутого уровня аппаратуры, а также из возможностей измерительной техники. В некоторых случаях устанавливались перспективные нормы, которые реализовывались в ходе разработки и освоения аппаратуры III поколения.

Параллельно проводились научно-исследовательские работы по выявлению связи субъективной оценки качества цветного изображения с параметрами тракта СЕКАМ, выражающими искажения, действующие порознь и совместно [7—12, 14, 15, 18].

Для определения параметров тракта ТВ вещания, которые получаются при использовании аппаратуры звеньев, соответствующей стандартам, на основе принятых МККР законов суммирования однотипных искажений были рассчитаны сквозные параметры «эталонного» тракта ТВ вещания [16]. В 1980 г. в работе [17] на основе данных работ [8—12, 14] были определены оценки качества по каждому из параметров и суммарная оценка по всей совокупности параметров, которая рассчитывалась по критерию квадратичного суммирования импов [13]. В этой же работе была определена результирующая оценка качества по всей совокупности параметров для короткого и полного сквозного тракта, а также для приемной стороны.

В 1982 г. были проведены дальнейшие исследования, в результате которых были подтверждены данные предшествующих экспериментов по установлению субъективной оценки качества изображения. Основным результатом работы было уточнение полученных ранее зависимостей качества от отдельных параметров на основе нового подхода к исключению остаточного ухудшения при обработке экспериментальных данных [18].

Задачи настоящей работы: оценка результирующего качества изображения в эталонном ТВ тракте на основе последних данных, выявление лимитирующих параметров, в наибольшей степени снижающих качество изображения, и разработка предложенной по совершенствованию нормирования.

## Структура «эталонного» тракта

Структурные схемы «эталонного» расчетного тракта ТВ вещания приведены на рисунке. Первая из них определяет «короткий тракт», который образуется при приеме местной программы, а вторая — «длинный тракт», действующий при приеме программы из другого города. Структура длинного тракта отличается от аналогичной структуры, принятой в работах [16, 17], более коротким магистральным каналом изображения (2500 км вместо 5000 км), а также отсутствием видеоманитфона в АСК, ретранслирующем программу. Принятие эталонного магистрального канала 2500 км соответствует существующей практике передачи программ Центрального телевидения. Большие расстояния, как правило, покрываются космическими линиями связи, параметры которых (еще не установленные ГОСТом) должны быть близки к параметрам МКИ 2500 км. Поскольку в АСК, ретранслирующем программу, используется сокращенный видеотракт (АЦ и соединительные линии), для него приняты нормы, сокращенные в сравнении с АСК — источником программы. Для всех других звеньев эталонного тракта нормы принимаются в соответствии с действующими стандартами на них. Параметры

аппаратной видеозаписи приняты для случая трехкратной перезаписи и рассчитаны по соответствующей методике, приведенной в ГОСТе.

Как известно, большинство передач идет в видеозаписи. Однако имеются и прямые передачи (без видеозаписи), причем как правило это наиболее актуальные и ответственные передачи. Таким образом, можно определить четыре основных варианта структуры ТВ тракта:

короткий тракт без видеозаписи (прямая местная передача);

длинный тракт без видеозаписи (прямая междугородняя передача);

короткий тракт с видеозаписью (местная передача, 3-я перезапись);

длинный тракт с видеозаписью (междугородняя передача, 3-я перезапись).

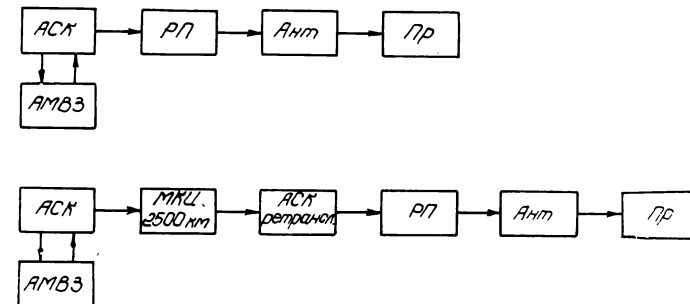
Для этих четырех вариантов и осуществляются расчеты параметров тракта.

## Параметры звеньев

Наиболее сложными параметрами с точки зрения нормирования являются линейные искажения. Для возможности сопоставления и суммирования все значения искажений должны оцениваться по единому критерию — К-фактору — параметру, по которому рассчитывается рекомендованный МККР трафарет на искажения  $\sin^2$ -импульса. В ряде ГОСТов вместе с этим трафаретом приведен трафарет на переходную характеристику, а в ГОСТе на радиопередатчики — только последний.

Линейные искажения в области малых времен необходимо оценивать тремя разными значениями К-фактора [18]:  $K_+$  — размытие границ изображения,  $K_-$  — оконтуривание изображения,  $a$  — удаленные эхо-сигналы.

Расчетные значения  $K_+$ ,  $K_-$ ,  $a$ , определенные по существующим ГОСТам, приведены в табл. 1. Видно, что нормы в ГОСТах на переходную (ПХ) и импульсную характеристики (ИХ) не всегда согласуются между собой, так что в этом направлении необходима дальнейшая работа. Из табл. 1 следует в частности, что имеется несогласованность между требованиями к импульсной и переходной характеристикам АМВЗ по ГОСТу 21051—75. Из нее также следует, что нет согласования между ГОСТами 20532—75 и 11216—76, устанавливающими соответствен-



## Структура эталонного расчетного тракта ТВ вещания:

*a* — короткий тракт; *b* — длинный тракт; АСК — аппаратно-студийный комплекс; АМВЗ — аппаратная магнитной видеозаписи; РП — радиопередатчик; Ант — коллективная приемная антенна с распределительной сетью; ПР — телевизионный приемник; МКИ — магистральный канал изображения линии дальней связи



Таблица 1

Значения *K*-фактора, рассчитанные по полям допусков на линейные искажения, заданным стандартами на звенья ТВ тракта

Звено ТВ тракта	Регламентированные характеристики			
	импульсная характеристика, <i>K</i> , %	переходная характеристика, %		
		<i>K</i> <sub>+</sub>	<i>K</i> <sub>-</sub>	<i>a</i>
АСК (ГОСТ 19871—74)	1,5	1	1,2	2
АМВЗ (ГОСТ 21051—75)	1,5	3	4,3	3
РП (ГОСТ 20532—75)	не нормируется	4,3	3	5
РП + АНТ (ГОСТ 11216—76)	4			
Распределительная сеть (ГОСТ 11216—76)	2	не нормируются		
ПР (ГОСТ 24330—80)	8			

но нормы на линейные искажения в радиопередатчике и приемной антенне: ГОСТ 11216—76, регламентирующий в Приложении 2 допуск на искажения в участке тракта от входа радиопередатчика до выхода приемной антенны, предусматривает меньшее значение *K*-фактора (*K*=4 %), чем установлено ГОСТом 20532—75 на один радиопередатчик (*K*<sub>+</sub> = 4,3 %, *a*=5 %). Поэтому *K*-фактор антенны отдельно нами не учитывался. В наших расчетах *K*-фактор для радиопередатчика был определен по переходной характеристике (*K*<sub>+</sub>=4,3 %), а для остальных звеньев взят непосредственно по ИХ. При этом в расчете на наихудший случай (размытие фронта ПХ) значение *K*-фактора при установлении связи его с качеством рассматривается как *K*<sub>+</sub>.

Особо следует остановиться на вопросе о выборе значения отношения сигнал/шум для ТВ приемника. В отличие от всех других параметров это значение однозначно не задается. По ГОСТу 21042—75 чувствительность, ограниченную шумами, отсчитывают при отношении сигнал/шум 28 дБ (взвешенный). Это соответствует оценке 2,2 балла и,

очевидно, определяет границы зоны уверенного приема. Использование этого значения для нормирования не имеет никакого смысла.

Для этого параметра в данных расчетах мы принимаем такую норму, которая соответствует частной оценке качества в сквозном тракте при прямой передаче 4,5 балла (близко к оценке по шкале ухудшений «едва заметно») с тем, чтобы этот параметр не лимитировал общего качества. Данная норма в соответствии с [18] составляет 44 дБ. Этому отвечает значение соотношения сигнал/шум в приемной части тракта 47,6 дБ с частной оценкой качества 4,6 балла.

**Результирующие значения искажений и оценки качества**

Результирующие значения искажений для принятых выше четырех вариантов тракта ТВ вещания приведены в табл. 2—8, в которых приняты обозначения:

ЛИ — линейные искажения в области фронта переходной характеристики; оцениваются значениями *K*-фактора, *K*<sub>+</sub>, *K*<sub>-</sub>;

ЭХО — искажения в виде отдаленного эхо-сигнала, *a*;

РВ — расхождение во времени сигналов яркости и цветности; выражаются величиной задержки  $\Delta t$  сигнала цветности по отношению к сигналу яркости;

ТП — тянущиеся продолжения; выражаются величиной  $\Delta$  перекоса симметричных прямоугольных импульсов частоты строк;

НЛИ — нелинейные искажения; оцениваются значением коэффициента нелинейности характеристики передачи уровней *K*<sub>н</sub>;

ДФ — искажения типа дифференциальная фаза, выражаются величиной максимального изменения фазы  $\theta$  цветовой поднесущей при изменении сигнала яркости от уровня черного до уровня белого;  $\theta > 0$  соответствует голубой окантовке за черно-белым переходом, а  $\theta < 0$  — желтой окантовке;

ФП — флуктуационная помеха; оценивается величиной взвешенного отношения размаха сигнала к эффективному значению помехи  $\Psi_{ш}$  взв;

ФОН — фоновая помеха частоты сети; выражается отношением размаха сигнала к амплитуде помехи  $\Psi_{ф}$ .

В этих же таблицах представлены соответствующие значения оценок качества. Суммирование искажений (по строкам) выполнено по рекомендованному МККР степен-

Таблица 2

**Нормы и оценки качества для передающей части короткого тракта (прямая местная передача)**

Параметры	АСК, норма		РП, норма		Передающая часть			
	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	сквозная норма		оценка, баллы	
					имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется
ЛИ, <i>K</i> , %	1,5		4,3	3	4,55	3,55	4,46	4,68
ЭХО, <i>a</i> , %	1,5		5	3	5,22	3,35	4,82	4,92
РВ, $\Delta t$ , нс	50		50		70,7		4,78	
ТП, $\Delta$ , %	1		2		2,24		4,77	
НЛИ, <i>K</i> <sub>н</sub> , %	8	6	15	12	18,7	14,7	4,64	4,74
ДФ, $\theta$ , град	8		5		10,5		4,91	
ФП, $\Psi_{ш}$ взв, дБ	49		—		49		4,73	
ФОН, $\Psi_{ф}$ , дБ	46		42		40,5		4,87	
Общая оценка качества, баллы							4,27	4,39

Таблица 3

## Нормы и оценки качества для передающей части короткого тракта (местная передача видеозаписи)

Параметры	АСК, норма		МВЗ (3-кратная пере-запись)		РП, норма		Передающая часть			
	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекомен-дуется	сквозная норма		оценка, баллы	
							имеется	рекомен-дуется	имеется	рекомен-дуется
ЛИ, К, %	1,5		2,6		4,3	3	5,2	4,2	4,32	4,52
ЭХО, а, %	1,5		2,6		5	3	5,8	4,2	4,78	4,88
РВ, Δt, нс	50		104		50		126		4,41	
ТП, Δ, %	1		5,2	3,5*	2		5,66	4,15	4,48	4,60
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	8	6	6,2		15	12	21	17,2	4,6	4,67
ДФ, θ, град	8		10,4		5		16,5		4,78	
ФП, Ψ <sub>ш. взв.</sub> , дБ	49		46,2				44,4		4,45	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	46		33,2		42		32,5		4,76	
Общая оценка качества, баллы									3,82	3,93

\* Для однократной записи норма должна составлять 2%, существующая — 3%.

Таблица 4

## Нормы и оценки качества для передающей части длинного тракта (прямая междугородная передача)

Параметры	Короткий тракт (пря-мая передача местного ТЦ)		МКИ		АСК-ретрансляция		Передающая часть			
	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекомен-дуется	сквозная норма		оценка, баллы	
							имеется	рекомен-дуется	имеется	рекомен-дуется
ЛИ, К, %	4,5	3,3	3	2	1		5,5	4	4,26	4,56
ЭХО, а, %	5,2	3,3	3	2	1		6,1	4	4,76	4,89
РВ, Δt, нс	70,7		100		20		124		4,42	
ТВ, Δ, %	2,24		6	3	1		6,5	3,9	4,41	4,63
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	18,7	14,6	15	12	3		27,5	21,9	4,39	4,55
ДФ, θ, град	10,5		5		3		12,6		4,87	
ФП, Ψ <sub>ш. взв.</sub> , дБ	49		57				48,4		4,7	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	40,5		35		46		33,7		4,8	
Общая оценка качества, баллы									3,83	4,04

Таблица 5

## Нормы и оценки качества для передающей части длинного тракта (междугородная передача видеозаписи)

Параметры	Короткий тракт (мест-ный ТЦ с 3-кратной видеозаписью)		МКИ		АСК-ретрансляция		Передающая часть			
	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекоменду-ется	имеется	рекомен-дуется	сквозная норма		оценка, баллы	
							имеется	рекомен-дуется	имеется	рекомен-дуется
ЛИ, К, %	5,2	4,2	3	2	1		6,1	4,8	4,12	4,40
ЭХО, а, %	5,8	4,2	3	2	1		6,6	4,8	4,72	4,85
РВ, Δt, нс	126		100		20		162		4,14	
ТП, Δ, %	5,66	4,15	6	3	1		8,31	5,22	4,29	4,51
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	21	17,2	15	12	3		28,6	24	4,36	4,49
ДФ, θ, град	16,5		5		3		19,1		4,71	
ФП, Ψ <sub>ш. взв.</sub> , дБ	44,4		57		—		44,2		4,43	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	32,5		35		46		30,4		4,66	
Общая оценка качества, баллы									3,51	3,65

Таблица 6

Нормы и оценки качества для приемной части тракта

Параметры	Распределительная сеть		Приемник		Приемная часть			
	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	сквозная норма		оценка, баллы	
					имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется
ЛИ, К, %	2		8	4	8,25	4,47	3,69	4,47
ЭХО, а, %	2		8	4	8,25	4,47	4,59	4,87
РВ, Δt, нс	50		150	100	158	112	4,17	4,51
ТП, Δ, %			7	5	7	5	4,38	4,53
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	10	5	20	15	24,4	16,9	4,48	4,68
ДФ, θ, град	5		10		12,2		4,88	
ФП, Ψ <sub>ш.взв</sub> , дБ	55		48,5		47,6		4,66	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	46		40		39		4,82	
Общая оценка качества, баллы							3,47	4,12

Таблица 7

Нормы и оценки качества для сквозного тракта при прямой передаче

Параметры	Нормы				Оценка, баллы			
	короткий тракт		длинный тракт		короткий тракт		длинный тракт	
	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется
ЛИ, К, %	9,4	5,6	9,9	6	3,47	4,24	3,39	4,16
ЭХО, а, %	9,8	5,6	10,2	6	4,45	4,8	4,41	4,77
РВ, Δt, нс	173	132	201	167	4,05	4,37	3,84	4,10
ТП, Δ, %	7,35	5,5	9,5	6,34	4,36	4,50	4,21	4,43
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	34,3	25,1	41,2	30,1	4,25	4,46	4,01	4,32
ДФ, θ, град	18		20,4		4,74		4,67	
ФП, Ψ <sub>ш.взв</sub> , дБ	45,2		44,9		4,61		4,49	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	36,7		32,6		4,72		4,44	
Общая оценка качества, баллы					3,24	3,86	3,05	3,60

Таблица 8

Нормы и оценки качества для сквозного тракта при передаче видеозаписи

Параметры	Нормы				Оценки, баллы			
	короткий тракт		длинный тракт		короткий тракт		длинный тракт	
	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется	имеется	рекомендуется
ЛИ, К, %	9,8	6,2	10,3	6,5	3,39	4,12	3,30	4,05
ЭХО, а, %	10,1	6,2	10,6	6,5	4,42	4,75	4,37	4,75
РВ, Δt, нс	202	168	226	197	3,83	4,09	3,65	3,87
ТП, Δ, %	9,00	6,5	10,86	7,23	4,24	4,42	4,12	4,36
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	35,4	27,1	42,1	32,6	4,17	4,41	3,99	4,25
ДФ, θ, град	22,9		25,1		4,58		4,51	
ФП, Ψ <sub>ш.взв</sub> , дБ	42,7		42,5		4,29		4,27	
ФОН, Ψ <sub>ф</sub> , дБ	31,6		29,8		4,29		4,63	
Общая оценка качества, баллы					3,07	3,53	2,87	3,33

ному закону [20]:

$$d_{\Sigma} = \left( \sum_{i=1}^m d_i^h \right)^{1/h},$$

где  $d_{\Sigma}$  — суммарный допуск на тракт,  $m$  — число звеньев,  $d_i$  — допуск на  $i$ -е звено,  $h$  — показатель степени, равный 3/2 или 2 для разных параметров.

В соответствии с [19] значение  $h$  принято равным 2 для параметров РВ, ТП, ФП и ФОН и равным 3/2 для НЛИ и ДФ. Для  $K$ -фактора мы приняли значение  $h=2$ .

После заполнения всех строк табл. 2—8 частные оценки суммируются в вертикальном направлении по интегральному критерию квадратичного суммирования импов [13, 15, 18], что дает результирующие оценки качества. Но при этом оценки участков тракта, которые не заканчиваются воспроизводящим устройством, являются условными. Они характеризуют качество, которое получилось бы при включении в этих точках цветного ВКУ, причем параметры ВКУ снизили бы расчетную оценку на 0,1—0,2 балла.

### Предложения по совершенствованию нормирования

Рассмотрение полученных оценок качества показывает, что принятые четыре варианта тракта ТВ вещания практически обеспечивают получение трех классов качества изображения (так как оценки прямой междугородной передачи и местной передачи видеозаписи оказываются достаточно близкими).

Это дает основание пронормировать значения искажений в системе цветного ТВ СЕКАМ, соответствующие заданным оценкам качества изображения. Однако в качестве таких норм предлагается взять значения искажений не в сквозном тракте, а в передающей части тракта. Это принципиальное положение практики нормирования основано на существенной разнице между передающей и приемной сторонами тракта ТВ вещания. Передающий тракт непрерывно или периодически контролируется в процессе передачи, и его параметры могут оперативно поддерживаться в пределах установленных норм. Приемная часть тракта не может быть введена в сферу такого контроля, так как любые приемные контрольные пункты никак не проверяют действующий парк антенн и приемников и по приемной стороне контролируют лишь самих себя. Поэтому нормирование сквозного тракта не может быть предметом ГОСТа или другого нормативного документа, а должно давать ориентирующие данные для обоснованного задания норм на звенья тракта, исходя из качества изображения на приемнике.

Нормативный же документ на тракт ТВ вещания должен устанавливать сквозные параметры передающей части тракта, т. е. гарантировать определенное качество излучаемого сигнала. Можно при этом сослаться также на опыт Великобритании [20, 21], где установлены нормы именно на передающую часть тракта.

Что касается приемной стороны, то практика показывает сильный разброс качества у разных экземпляров телевизоров, а также в разных зонах приема. Поэтому расчеты качества могут базироваться только на параметрах, установленных стандартами. Если значения параметров находятся на краю допусков, то они не обеспечивают достаточно высокой оценки изображения и лимитируют качество сквозного ТВ тракта. По стандарту на распределительную сеть коллективной приемной антенны «параметры распределительной сети считаются приемлемыми», если оценка качества изображения у приемников 1- и 2-го класса составляет не менее 3 баллов.

Фактически ситуация еще хуже, так как в приемниках имеются не учитываемые в данном расчете искажения воспроизводящего устройства, в первую очередь — расщепление растров, статический и динамический разбалансы белого. Нередко эти искажения выходят далеко

за пределы допусков и целиком определяют неудовлетворительную оценку качества, но такие телевизоры нами в расчет не принимаются как неисправные. Поэтому весьма желательно в новых моделях телевизоров и сетей коллективного приема добиться улучшения ряда параметров (каких именно — видно из табл. 6) и зафиксировать это в стандартах. Главное же — необходимо значительно улучшить техническое обслуживание и ремонт ТВ приемников и коллективных приемных антенн, без этого многие телезрители не ощутят результаты совершенствования передающего тракта.

С другой стороны, повседневная практика показывает, что на одном и том же (исправном) телевизоре чередуются передачи как хорошего, так и плохого качества. Это значит, что во многих случаях параметры передаваемого сигнала не соответствуют требованиям стандартов — чаще всего это относится к передаче кинофильмов и репортажных материалов. Эти виды передач не полностью регламентированы стандартами, поэтому их качество не может быть определено теоретически. (Случаи неисправности приемников в данном расчете не учитываются.)

Нормы для четырех вариантов передающего тракта, все звенья которого соответствуют действующим сейчас стандартам, взятые из табл. 2—5, приведены в табл. 9. При стандартизации сквозных норм необходим некоторый запас, и поэтому нормы для каждого из трех классов качества получены увеличением на несколько процентов соответствующих расчетных норм из табл. 2—5. Как уже отмечалось, к 2-му классу качества относятся два варианта тракта — местная передача видеозаписи и прямая междугородная передача; поэтому для получения нормы 2-го класса по каждому параметру берется худшее из двух значений норм для этих вариантов.

Значения параметров по табл. 9 обеспечивают получение оценок приблизительно 4,1; 3,7; 3,4 балла для трех классов качества соответственно.

Для сопоставления в той же таблице приведены нормы для АСК по ГОСТу 19871—74 и дана соответствующая расчетная оценка 4,65 балла, которая характеризует исходное качество ТВ изображения. Нормы на АСК могут быть отнесены к эталонному классу качества.

Указанные нормы целесообразно было бы зафиксировать в межведомственном нормативном документе, устанавливающем нормы для трех классов качества на параметры передающей части тракта ТВ вещания от первичного источника, формирующего программу, до выхода контрольного демодулятора радиопередатчика. Практической основой для такого нормирования являются сигналы испытательных строк по ГОСТу 7845—79, вводимые в 17-, 18-, 330- и 331-ю строки в источнике исходного сигнала и не подвергаемые регенерации в последующих звеньях тракта. Параметры можно контролировать прибором К2-35 или аналогичным, подключаемым на выходе контрольного демодулятора радиопередатчика (для измерения фоновой помехи в процессе передачи необходима специальная разработка). Значения норм для 1-, 2- и 3-го классов качества могут быть также введены в блок допускаемого контроля.

Нормирование параметров излучаемого в эфир ТВ сигнала, бесспорно, несколько улучшит техническое качество ТВ вещания. Его дальнейшее улучшение может быть достигнуто за счет улучшения параметров звеньев ТВ тракта. Практический смысл имеет сокращение лишь лимитирующих норм, и полезность расчетов сквозного тракта состоит, в частности, в том, что они выявляют эти нормы.

В результате анализа табл. 2—8 были определены нормы на параметры (и звенья тракта), наиболее существенно влияющие на качество изображения. С использованием ряда проверочных расчетов были подобраны улучшенные значения этих норм, дающие ощутимое повышение качества, но находящиеся, по мнению авторов, еще в пределах реально достижимых значений; такие нормы указаны

Таблица 9

Нормы для стандартизации трех классов качества передающей части тракта

Параметры	Нормы из таблиц 2—5				Нормы для 3-х классов качества			Нормы для АСК-1
	прямая местная передача	местная передача видеозаписи	прямая междугородная передача	междугородная передача видеозаписи	1-ый	2-ой	3-ий	
ЛИ, К, %	4,55	5,2	5,5	6,1	4,6	5,6	6,3	1,5
ЭХО, α, %	5,22	5,8	6,1	6,6	5,3	6,2	6,8	1,5
РВ, Δt, нс	70,7	126	124	162	72	130	170	50
ТП, Δ, %	2,2	5,7	6,0	8,3	2,3	6,7	8,5	1
НЛИ, К <sub>н</sub> , %	18,7	21	27,5	28,6	20	28	30	8
ДФ, θ, град	10,7	16,5	12,6	19,1	12	17	20	8
ФП, ψ <sub>ш. вав</sub> , дБ	49	44,4	48,4	44,2	47	44	43	49
ФОН, ψ <sub>ф</sub> , дБ	40,5	32,5	33,7	30,4	40	32	30	46
Общая оценка качества, баллы	4,27	3,82	3,83	3,51	4,08	3,70	3,44	4,56

в табл. 2—8 (графа «Рекомендуется»). Разумеется, вопрос о реализации рекомендаций должен решаться разработчиками соответствующей аппаратуры. По-видимому, эти нормы могут быть частично приняты для существующего оборудования (повышением точности его настройки и контроля), а частично для этого потребуется переработка аппаратуры звеньев тракта.

**Выводы**

1. Для расчетов по нормированию ТВ тракта рекомендуется использовать эталонную структуру (см. рис.) в четырех вариантах:

- короткий тракт без видеозаписи (прямая местная передача);
- длинный тракт без видеозаписи (прямая междугородная передача);
- короткий тракт с видеозаписью (местная передача, 3-я перезапись);
- длинный тракт с видеозаписью (междугородная передача, 3-я перезапись).

2. Сквозной тракт ТВ вещания целесообразно разделять при нормировании на передающую и приемную стороны. Параметры передающей стороны должны непрерывно или периодически контролироваться в процессе передачи по сигналам испытательных строк, вводимым в источник программы (как это определено по ГОСТу 7845—79) и выделяемым на выходе контрольного демодулятора радиопередатчика. Эти параметры рекомендуется зафиксировать в межведомственном документе. Так как приемная сторона не может быть введена в сферу такого контроля, то параметры сквозного тракта регламентировать не имеет смысла. Эти параметры рекомендуется рассчитывать предполагая, что нормы на приемные звенья тракта соответствуют стандартам на них, и использовать для оценки качества изображения, обеспечиваемого трактом ТВ вещания, как это и сделано в настоящей работе.

3. Расчеты оценок качества изображения в эталонном тракте ТВ вещания, все звенья которого соответствуют стандартам, дали следующие результаты (в баллах):

короткий передающий тракт без видеозаписи	4,27
короткий передающий тракт с видеозаписью	3,82
длинный передающий тракт без видеозаписи	3,83
длинный передающий тракт с видеозаписью	3,51
приемная сторона	3,47
короткий сквозной тракт без видеозаписи	3,24
короткий сквозной тракт с видеозаписью	3,07
длинный сквозной тракт без видеозаписи	3,05
длинный сквозной тракт с видеозаписью	2,87

Таким образом, расчетное снижение качества в тракте ТВ вещания в сравнении с исходной составляет 1—1,4 балла.

4. Основные варианты тракта ТВ вещания целесообразно оценивать по трем классам качества:

- 1-й — прямая местная передача;
- 2-ой — прямая междугородная передача или местная передача видеозаписи;
- 3-й — междугородная передача видеозаписи.

Нормы передающего тракта, соответствующие трем классам качества, могут быть введены в блок допускового контроля, измеряющий параметры испытательных строк на выходе контрольного демодулятора радиопередатчика.

5. Улучшение качества изображения (учитывая степенной закон суммирования искажений) может быть достигнуто только за счет уменьшения тех искажений, которые в основном ограничивают оценку по данному параметру. В результате анализа норм на параметры звеньев тракта, учета реальных возможностей их улучшения и проведения ряда проверочных расчетов авторы рекомендуют сокращение ряда норм до перспективных значений, приведенных в табл. 2—8.

6. Введение рекомендуемых перспективных норм позволило бы получить следующие оценки качества изображения (в баллах):

короткий передающий тракт без видеозаписи	4,39
короткий передающий тракт с видеозаписью	3,93
длинный передающий тракт без видеозаписи	4,04
длинный передающий тракт с видеозаписью	3,65
приемная сторона	4,12
короткий сквозной тракт без видеозаписи	3,86
короткий сквозной тракт с видеозаписью	3,53
длинный сквозной тракт без видеозаписи	3,60
длинный сквозной тракт с видеозаписью	3,33

При этом будет достигнуто улучшение качества изображения для передающей части тракта на 0,12—0,24 балла, для приемной стороны — на 0,65 и для сквозного тракта — на 0,51—0,62.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1. Тракты ТВ вещательного цветного изображения. Каналы изображения АСК и ПТС. ГОСТ 19871—74
- 2. Тракты ТВ вещательные передачи изображения. Канал изображения магнитной видеозаписи. ГОСТ 21051—75.



3. Тракты ТВ вещательные. Канал изображения радиопередатчиков. ГОСТ 20532—75.
4. Тракты ТВ вещательные передачи изображения. Магистральные каналы изображения радиорелейных и кабельных линий связи. ГОСТ 19463—74.
5. Сети распределительных систем коллективного приема телевидения. ГОСТ 11216—76.
6. Тракты телевизионные вещательные цветного изображения. Приемники телевизионные. ГОСТ 21042—75.
7. Гофайзен О. В., Епифанов Н. И. О нормировании линейных искажений в канале цветности. — Техника кино и телевидения, 1977, № 2, с. 38—44.
8. Гофайзен О. В., Епифанов Н. И. Определение допусков на величину эхо-сигналов в тракте полного сигнала СЕКАМ. — Техника кино и телевидения, 1976, № 9, с. 63—69.
9. Епифанов Н. И., Гофайзен О. В., Оркуша В. П. Низкочастотные искажения в тракте ЦТ и качество изображения. — Техника кино и телевидения, 1974, № 12, с. 37—38.
10. Марьяна Н. И. Влияние рассовмещения сигналов яркости и цветности на качество цветного телевизионного изображения. — Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения, 1973, вып. 3, с. 105—111.
11. Связь качества изображения с рассовмещением сигналов яркости и цветности /О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов, С. В. Ершов, В. П. Оркуша. — Техника кино и телевидения, 1974, № 7, с. 54—55.
12. О допустимой величине рассовмещения сигналов в тракте цветного ТВ с двумерной апертурной коррекцией /О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов, Г. К. Куприянова, Н. Г. Крыжановская. — Техника кино и телевидения, 1978, № 3, с. 42—48.
13. Гофайзен О. В., Епифанов Н. И. Оценка качества ТВ изображения по совокупности параметров. — Техника кино и телевидения, 1976, № 6, с. 56—59.
14. Субъективная оценка качества цветных ТВ изображений /О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов, Т. М. Ляхова, Б. М. Певзнер. — Техника кино и телевидения, 1979, № 2, с. 32—38.
15. Закон суммирования искажений, вносимых каналом изображения систем цветного телевидения /О. В. Гофайзен, Н. И. Епифанов, Т. М. Ляхова, Б. М. Певзнер. — Техника кино и телевидения, 1979, № 6, с. 37—42.
16. Ляхова Т. М., Певзнер Б. М. О нормировании параметров тракта цветного ТВ вещания. — Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1977, вып. 1, с. 19—28.
17. Певзнер Б. М. Качество цветных телевизионных изображений. — М.: Связь, 1980.
18. Качество цветного ТВ изображения в системе СЕКАМ /О. В. Гофайзен, Т. М. Ляхова, Б. М. Певзнер, М. Д. Рувинский. — Техника кино и телевидения, 1983, № 1, с. 33—42.
19. МККР. Требования к характеристикам телевизионных каналов, используемых для междугородных соединений. Отчет 481—1. XIII Пленарная Ассамблея, Женева, 1974.
20. IBA. Technical Review. Technical reference book N 2, 1974, July, p. 64.
21. Weaver L. E. Television video transmission measurements. — St. Albans, 1973, p. 104.

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



УДК 621.391.837.1:621.397.13

## **Анизотропия зрения и разрешающая способность ТВ систем**

**А. Я. Дмитриев, В. П. Ефимов, А. Г. Зайцев, В. С. Кравченко**

При проектировании ТВ систем, предназначенных для репродуцирования малоразмерных объектов, необходимо точно оценивать реальное разрешение и ожидаемые искажения с учетом психофизиологических особенностей наблюдателя. С этих позиций рассмотрим сравнительно недавно выясненные зависимости изменения разрешающей способности зрения от ориентации штрихов тест-таблицы. Известно, что линия равного разрешения зрения в полярных координатах имеет слабо эллиптическую форму. В [1] предложен метод практического использования этой особенности зрения.

Экспериментальные исследования выявили существенную зависимость разрешающей способности глаза от направления штрихов решетки, имитирующей пространственную частоту. В [4, 5] наблюдателям предъявлялись тесты из параллельных линий, ориентированных относительно горизонтали под углами 0, 90, 45, 135°. Было выяснено,

что разрешающая способность для диагональных направлений примерно на 20 % ниже, чем для горизонтальных и вертикальных направлений. Усредненные по 25 наблюдателям, данные [4, 5] представлены на рис. 1. Предельное разрешение для различных направлений составило: для 0° — 0,73', для 90° — 0,72', для 45° — 0,87', для 135° — 0,88'.

Были предприняты попытки выявить физиологические особенности этого явления, которые однако пока не дали результатов. Выяснено, что диаметр зрачка и положение точки фиксации взгляда на конечный результат не влияют. В [4] высказано предположение, что эффект пространственной анизотропии разрешающей способности — следствие того, что движением глазного яблока управляют две пары эластичных мускулов. Отсюда делался вывод, что движения глаза облегчены в горизонтальных и вертикальных направлениях. Однако при предъявлении тестов в

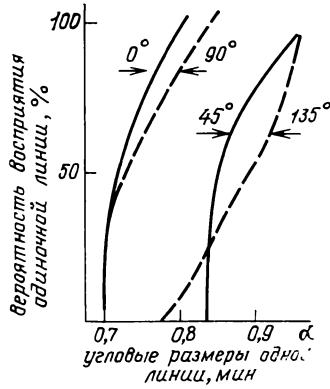


Рис. 1. Разрешающая способность зрения по различным направлениям

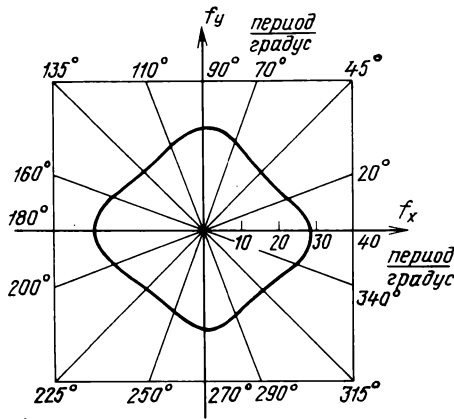


Рис. 2. Пространственно-частотные характеристики зрения

интервале времени менее  $10^{-3}$  с, при котором движения глаз не должны влиять на конечный результат, эффект анизотропии зрения сохраняется [5], что противоречит этой гипотезе.

На рис. 2 представлены границы пространственно-частотной характеристики зрения, отвечающие современным данным [2]. Важное практическое следствие эффекта анизотропии зрения — различная ширина полосы пропускания контрастно-частотной характеристики для разных направлений сетчатки глаза. Как показали исследования, широкого класса реальных изображений, выполненные методами когерентной оптики, распределение энергии в спектре изображений имеет аналогичную анизотропию [1, 3]. Усредненная по данным этих работ форма спектральных областей различных объектов представлена на рис. 3, а на рис. 4 — форма распределения пространственных частот для направлений: горизонтального ( $\omega_{10}$ ), вертикального ( $\omega_{01}$ ) и под углом  $45^\circ$  ( $\omega_{11}$ ). Высокие частоты, требующиеся для передачи границ и контуров в горизонтальном и вертикальном направлениях, представлены в спектре гораздо интенсивнее, чем для диагональных. Еще существеннее анизотропия спектров буквенно-цифровых символов европейских алфавитов и иероглифического письма.

Можно предположить, что анизотропия разрешающей способности зрения по направлениям не является следствием каких-либо физиологических дефектов нашего зрения, а связана с приспособлением органов чувств к характеристикам внешних раздражителей.

Используя когерентный оптический Фурье-анализатор, нам удалось получить большое количество пространственно-частотных энергетических спектров реальных изображений. С помощью щелевого микрофотометра для каждого спектра была записана кривая распределения суммарной энергии спектральных составляющих для всех направлений ( $0-360^\circ$ ). Анализ полученных данных показал, что крестообразная форма кривой распределения энергии спектральных составляющих по направлениям характерна в той или иной степени для всех изображений, причем определенную роль в этом эффекте играет прямоугольный формат исходных изображений.

Чтобы исключить прямоугольную форму, как мешающий фактор, в последующих экспериментах размеры используемых слайдов были ограничены круглым отверстием в непрозрачной шторке. С помощью указанной методики были выявлены закономерности, краткую формулировку которых приводим.

Пространственная неравномерность распределения спектральных составляющих присуща всем исследованным изображениям и существенно зависит от их содержания. Наиболее ярко выраженная крестообразная кривая пространственной анизотропии характерна для изображений, где запечатлены объекты искусственного происхождения: инженерные сооружения, механизмы, архитектура и т. д. Вероятнее всего, эта анизотропия объективно обу-

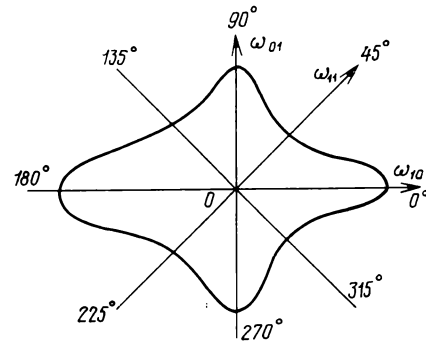


Рис. 3. Усредненная пространственно-частотная характеристика объектов

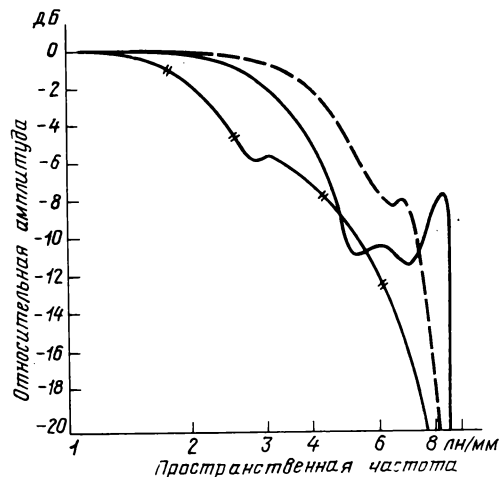


Рис. 4. Пространственные частоты для различных направлений:

— — — — — вертикального  $\omega_{01}$  ( $90^\circ$ ); — — — — — горизонтального  $\omega_{10}$  ( $0^\circ$ ); — / — / — — — — — наклонного  $\omega_{11}$  ( $45^\circ$ )

словлена статистическим преобладанием в таких объектах линий и границ, ориентированных в ортогональных направлениях (горизонтальном и вертикальном).

Преимущественное ориентирование границ в объектах искусственного и естественного происхождения связано с полем тяжести, в котором длительная стабильность присутствует прежде всего вертикальным и горизонтальным формам. Эта тенденция особенно сильно выражена в формообразовании искусственных объектов.

Указанное обстоятельство позволяет сделать вывод, что анизотропия зрения появляется из-за недостаточного раздражения зрительных распознающих и кодирующих центров диагональными границами объектов. Это ухудшение характеристик зрения обратимо, поскольку не является наследуемым признаком. Круговую форму характеристики разрешающей способности, вероятно, можно восстановить тренировкой (например, наблюдением тестов с диагональными линиями).

Последовательный учет анизотропии зрения позволяет сделать ряд практических выводов. Остановимся на одном из них, который может быть полезен в прикладных ТВ системах. Если известна спектральная область, которую занимают значимые пространственные частоты объекта передачи, то максимальные частоты, подлежащие воспроизведению в направлениях вдоль строк ( $\omega_{у\max}$ ) и поперек строк ( $\omega_{x\max}$ ), определяются проекцией спектральной области объектов на соответствующие оси. Тем самым задается спектральная область ТВ системы, в пределах которой любая пространственная частота теоретически может быть воспроизведена.

Объем передаваемой информации и общее количество отсчетов пропорциональны площади прямоугольника, поэтому желательно выбрать направление разверток так, чтобы эта площадь была минимальной, но полностью включала спектральную область. При разработке действующих стандартов на ТВ аппаратуру считалось, что спектр реальных объектов изотропен и ограничен окружностью, определяемой оптикой, и при любом направлении осей разверток спектральная область проектируется на них в границах своего диаметра. Поэтому эмпирически были выбраны наиболее приемлемые направления для прямоугольного кадра: горизонтальное и вертикальное.

Однако, используя известные спектральные представления ТВ сигнала, несложно показать, что комбинационные частоты для всех наклонных направлений выше, чем соответствующие частоты вдоль горизонтального и вертикального направлений прямоугольного раstra. При этом минимальная длина волны комбинационной пространственной частоты соответствует направлению диагонали и составляет

$$\lambda = \lambda_r \lambda_b / \sqrt{\lambda_r^2 + \lambda_b^2}.$$

Если принять во внимание анизотропию зрения, то является парадоксальная ситуация: принятое направление разверток обеспечивает минимальное разрешение в тех направлениях, где разрешение глаза максимально и где объекты имеют самый широкий спектр. Зато в диагональном направлении обеспечивается максимальное разрешение, хотя здесь чувствительность глаза заметно ниже, а спектральная область объекта уже. Чтобы устранить это несоответствие, напрашивается решение — развернуть ортогональные оси разверток под углом  $45^\circ$ . Такое решение, неприемлемое в вещательном ТВ, может быть использовано в полиграфии, прикладном ТВ.

Одним из критериев эффективности преобразования свет — сигнал может быть отношение площадей спектральных областей объекта и репродукционной системы  $\beta = S_0/S_p$ . Этот коэффициент показывает, как соотносится объем полезной информации, содержащейся в объекте передачи, с объемом, воспринимаемым системой (количеством отсчетов, полосой частот).

Рассмотрим рис. 5, на котором пунктиром выделена область  $S_0$ , имеющая форму квадрата со стороной  $2nc$ , где

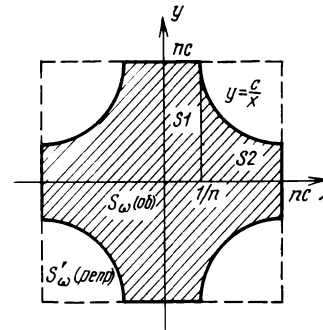


Рис. 5. Области полезной и воспринимаемой информации для горизонтальной развертки

$n$  и  $c$  — некоторые постоянные. Квадрат построен на ортогональных осях  $x$  и  $y$ . Внутри квадрата заштрихована предположительная спектральная область реальных объектов, которая ограничена отрезками равносторонней гиперболы  $y=c/x$ . Площадь заштрихованной фигуры достаточно просто рассчитывается:  $S_0=4c[\ln(n^2c)+1]$ , площадь  $S_p=4n^2c^2$ . Поэтому отношение этих площадей составит  $\beta'=[\ln(n^2c)+1]/n^2c$ . Развернем оси  $x$  и  $y$  на угол  $45^\circ$ , что эквивалентно построению развертки с диагональным расположением строк, и построим на них прямоугольник, охватывающий спектральную область объекта (рис. 6).

Его сторона равна  $\sqrt{2}(n^2c+1)/n$ , а площадь  $S'_p=2(n^2c+1)^2/n^2$ . Коэффициент эффективности в этом случае  $\beta''=2n^2c[\ln(n^2c)+1]/(n^2c+1)$ . Оценим конкретные значения  $\beta'$  и  $\beta''$ , что позволит судить о возможной величине выигрыша в количестве отсчетов (полосе частот видеосигнала) при изменении направления развертки на угол  $45^\circ$ . Спектральная область, определенная экспериментально путем усреднения по многим реальным объектам, имеет следующие значения максимальных частот на уровне  $-3$  дБ:  $\omega_{10}=\omega_{01}=5,1$  мм $^{-1}$ ;  $\omega_{11}=2,6$  мм $^{-1}$ . Соотнеся эти параметры с моделью (см. рис. 6), находим  $nc=5,1$ ;  $c=xy=3,4$  (при  $x=y$ );  $n=1/c=1,5$ . Зная эти параметры модели уже не сложно вычислить коэффициенты эффективности  $\beta'=0,396$  и  $\beta''=0,618$ . Относительное сокращение объема информации при изменении направления развертки  $\eta=[1-(\beta'/\beta'')]100\%=36\%$ . Максимальные частоты, определенные на уровне  $-12$  дБ [3], составляют:  $\omega_{11}=5,1$  мм $^{-1}$ ;  $\omega_{01}=8,45$  мм $^{-1}$ ;  $\omega_{10}=8,65$  мм $^{-1}$ . Отсюда следует, что  $nc=8,6$  и  $\eta=32\%$ .

Таким образом, наклонное сканирование (под углом  $45^\circ$  к горизонтали) позволяет сократить объем передаваемой информации примерно на 30% при том же качестве изображения.

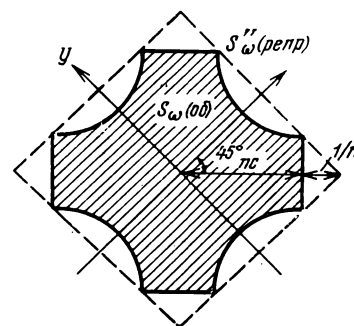


Рис. 6. Области полезной и воспринимаемой информации для развертки под углом  $45^\circ$

Достижимый выигрыш существенно выше, если его соотнести с объектами (шрифты и другие структуры подобного типа), состоящими из упорядоченных однотипных элементов и обладающих сильно выраженной анизотропией пространственно-частотных спектров. В [3] упоминается еще одна возможность применения на практике анизотропии пространственных спектров. В пространстве частот спектральная область пропускания оптических формирующих систем ограничена окружностью с радиусом  $nc$ . Эффективность пропускания в этом случае определяется коэффициентом  $\beta_0 = 4[\ln(n^2c) + 1]/\pi n^2c$ .

Для рассмотренных примеров эффективность круглой линзы составляет 0,5—0,6. Если использовать анизотропный оптический фильтр с характеристикой пропускания пространственных частот, близкой по форме к спектральной области реальных объектов, то можно существенно улучшить соотношение сигнал/шум в оптическом изображении. Подобные фильтры могут быть выполнены голографическими методами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шостацкий Н. Н. Сокращение спектра ТВ сигнала, основанное на анизотропии спектров изображений и свойствах зрения. — Вопросы радиоэлектроники, сер. Техника телевидения, 1974, вып. 1, с. 23.
2. Цуккерман И. И., Шостацкий Н. Н. Анизотропия пространственно-частотной характеристики зрения. — Физиология человека, 1978, т. 4, № 1, с. 17.
3. Kinoshita K. Image Transmission Carrier and Image Spectrum in Generalized Photographic System. — NHK Technical Monograph, 1964, N 3, p. 3—36.
4. Higgins G. C., Stultz K. Visual Acuity as Measured with Various Orientation of a Parallel-Line Test Object. — JOSA, 1948, 38, N 9, p. 756—758.
5. Higgins G. C., Stultz K. Variation of Visual Acuity with Various Test-Object Orientations and Viewing Conditions. — JOSA, 1950, 40, N 3, p. 135—137.
6. Сб. Итоги науки и техники, сер. Наука о человеке, т. 17. — М.: Изд. ВИНТИ, 1977.

УДК 621.397.611 видеодиски

## Устройства кодирования в системах записи ТВ сигналов на дисковый носитель

М. И. Дробот, Г. П. Корниенко, В. В. Лобанов, А. И. Эктов

Выбор метода и параметров оптимального кодирования широкоэмиттерного ТВ сигнала относится к одной из главных задач определения системы дискового видеопроигрывателя. Параметры кодирования зависят от свойств материала видеодиска, параметров оптических каналов записи и воспроизведения, предъявляемых к воспроизводимому сигналу требований, в частности, по интермодуляционным искажениям. Определяющим звеном является видеодиск. Известны механическая, емкостная и оптическая системы видеопроигрывателей. В настоящее время наиболее перспективной по различным технико-экономическим показателям считают оптическую систему.

В оптическом видеопроигрывателе информация с видеодиска считывается острогофокусированным лазерным лучом. Проходя сквозь видеодиск или отражаясь от него, луч модулируется по интенсивности. Фотоприемное устройство преобразует модулированное излучение в электрический сигнал, из которого после усиления и соответствующего преобразования формируется ТВ сигнал. Характерной особенностью считывания сигнала спиральной дорожки записи является изменяющаяся носительная скорость движения считывающего луча и носителя информации, которая при постоянной угловой скорости видеодиска зависит от радиуса.

Современный уровень технологии оптической записи позволяет получить на носителе минимальную длину волны около 1,0 мкм [1]. При такой длине волны, внутреннем и внешнем диаметре дорожки записи 115 и 290 мм соответственно и угловой скорости видеодиска изменения частоты сигнала составят 9—23 МГц. Это явление эквивалентно изменению полосы пропускания канала, оно ограничивает выбор формата записи и верхнюю частоту записываемого сигнала. Проведенные экспериментальные

измерения отношения сигнал/помеха в канале яркости ТВ изображения показали, что при изменении диаметра спирали от 290 до 110 мм это отношение уменьшается на 8 дБ (44—36 дБ).

Особенность большинства оптических регистрирующих материалов — нелинейность изменения их свойств под воздействием записывающего излучения, причем некоторые процессы, например перфорация металлических пленок, нелинейны в принципе. По этой причине наилучшие результаты получены при уровне метода кодирования и передачи сигнала. Из-за ограниченности полосы частот проще реализуется метод кодирования с помощью частотной модуляции. Однако в этом случае возникает ряд паразитных сигналов помех [2].

Параметры системы модуляции и спектр ЧМ сигнала яркости сходны с параметрами и спектром сигналов системы модуляции профессиональных ВМ. Однако в системах записи — считывания видеосигналов возникают трудности при размещении ЧМ несущей сигналов звукового сопровождения, а в случае переноса сигналов в ЧМ канал — и при размещении ЧМ несущей сигналов цветности. При частотной модуляции полезная информация, содержащаяся в сигнале, определяется точками перехода колебания через ноль. Это означает, что изменение распределения нулевых пересечений приводит к искажению полезного сигнала, возникают четные гармоники несущей частоты и искажается демодулированный при воспроизведении сигнал. В связи с этим тракт передачи частотно-модулированного колебания с низкой частотой несущей должен иметь симметричную передаточную характеристику, при которой уровень четных гармоник сигнала снижается до минимума.

В отличие от магнитных носителей информации, у которых ограничение сигнала при записи определяется фор-

мой начальной кривой остаточного намагничивания (что эквивалентно ограничителю с симметричной характеристикой), искажения, вносимые оптическим регистрирующим материалом, несимметричны и зависят от выбранного режима записи. Кроме того, несимметричные искажения сигнала возникают и в процессе изготовления матрицы и копий (при тиражировании произведенной записи). Эти искажения определяют и дополнительные требования к процессам записи и тиражирования. При записи нескольких несущих при двухуровневом методе кодирования следует учитывать перемножение сигналов, приводящее к интерференционным искажениям.

Перед записью ЧМ сигналов несущие сигналы яркости, цветности и звукового сопровождения складываются, а затем ограничиваются. Процесс ограничения продолжается при записи на носитель, и их спектральные составляющие перемножаются. Возникает сложный сигнал, имеющий множество составляющих, которые создают помехи при демодуляции сигнала. Для сохранения приемлемого качества воспроизводимого сигнала при проектировании устройства кодирования необходимо частотные интервалы между ЧМ несущими выбрать так, чтобы при максимальных модулирующих частотах спектры составляющих не перекрывались на уровнях не выше 40—45 дБ. Уровни ЧМ несущих сигналов цветности и звукового сопровождения по отношению к несущей сигналов яркости должны иметь минимальную величину, при которой гарантируется заданное отношение сигнал/помеха в канале. Следует использовать принцип «перемножения спектров», когда ЧМ несущие синхронизованы и сфазированы в кратных соотношениях со строчной синхронизирующей частотой записываемого ТВ сигнала. Спектр каждой ЧМ несущей перед сложением необходимо ограничить с помощью филь-

ров, что уменьшит амплитуды боковых составляющих высших порядков.

Нами был разработан экспериментальный макет устройства кодирования, предназначенный для преобразования яркостных и цветных составляющих полного ТВ сигнала совместно с сигналом звукового сопровождения в ЧМ сигналы для записи на дисковый носитель оптическим методом.

Функциональная схема устройства кодирования полного ТВ сигнала представлена на рис. 1. В составе устройства кодирования модулятор сигнала яркости *Б1*, преобразователь сигнала цветности *Б2*, модулятор сигнала звукового сопровождения *Б3* и смеситель *Б4*. Полный ТВ сигнал поступает на модулятор *Б1* через согласующий каскад *1* направляется в линию задержки *2* и на вход блоков *Б2* и *Б3*. В модуляторе *Б1* полный ТВ сигнал ограничивается по полосе частот до 2,8 МГц (на уровне -3 дБ) и преобразуется в ЧМ сигнал. Линия задержки предназначена для выравнивания времени прохождения ТВ сигнала через блок модулятора сигнала яркости *Б1* и преобразователя сигнала цветности *Б2*.

Паразитная амплитудная модуляция ЧМ сигнала устраняется ограничителем и смесителем *Б4*. В преобразователе сигнала цветности из полного ТВ сигнала с помощью полосового фильтра *8* выделяется сигнал цветности. В блоке осуществляется коррекция предискажений и перенос частот цветных поднесущих в область низких частот. Значения частот цветных поднесущих выбраны кратными гармонике частоты строк и составляют для «красных» строк 1218,75 кГц (78-я гармоника частоты строк), для «синих» — 1375 кГц (88-я гармоника частоты строк). Перенос частот осуществляется с помощью вспомогательного генератора частоты 5625 кГц, который охвачен цепью фазовой

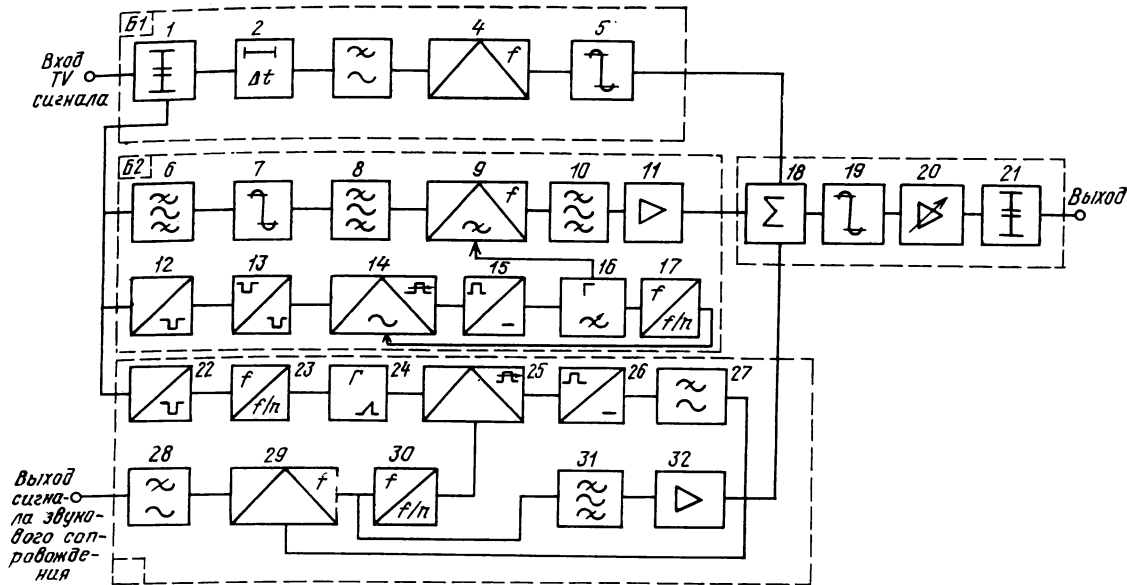


Рис. 1. Функциональная схема устройства кодирования полного ТВ сигнала:

1 — согласующее устройство и регулятор уровня; 2 — линия задержки; 3 — фильтр нижних частот (ФНЧ); 4 — управляемый по частоте мультивибратор; 5, 7 — усилитель-ограничитель; 6 — фильтр коррекции предискажений; 8, 10, 31 — полосовый фильтр; 9 — преобразователь сигналов цветности; 11 — выходной усилитель; 12 — селектор синхроимпульсов; 13 — преобразователь синхроимпульсов; 14, 25 — фазовый детектор; 15 — формирователь управляющего напряжения; 16 — управляемый генератор; 17, 23, 30 — делитель частоты; 18 — входной суммирующий каскад; 19 — усилитель-ограничитель; 20 — регулируемый усилитель; 21 — согласующий каскад; 22 — селектор синхроимпульсов; 24 — генератор пилообразного напряжения; 26 — формирователь управляющего напряжения; 27, 28 — фильтр нижних частот; 29 — управляемый по частоте мультивибратор; 32 — выходной каскад



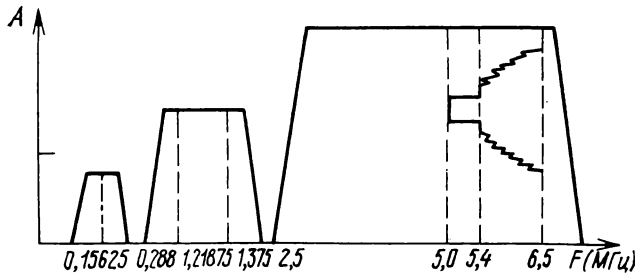


Рис. 2. Спектры сигналов яркости, цветности и звукового сопровождения

автоподстройки частоты (ФАПЧ), синхронизируемой строчными синхроимпульсами.

Перенесенные цветные поднесущие поступают на полосовой фильтр 10, где подавляются высшие комбинационные частоты, и затем через выходной усилитель направляются на вход блока Б4. В блоке модулятора сигнала звукового сопровождения Б3 низкочастотный сигнал преобразуется в ЧМ сигнал. Значение несущей ЧМ сигнала звукового сопровождения выбрано кратным строчной частоте и составляет 156,25 кГц. Синхронизация несущей звукового сопровождения осуществляется с помощью схемы ФАПЧ, включающей амплитудный селектор 22, делитель частоты 23, генератор пилообразного напряжения 24, фазовый детектор 25, формирователь управляющего напряжения 26 и фильтр НЧ 27.

С выхода модулятора сигнала звукового сопровождения сигнал поступает на смеситель Б4. В смесителе преобразованные ЧМ сигналы яркости, цветности и звукового сопровождения аддитивно суммируются и усиливаются. Суммарный сигнал ограничивается, что обеспечивает требуемую длительность фронтов импульсов. Через согласующий суммирующий каскад сигнал поступает на блок управления оптическим модулятором.

Спектры сигналов яркости, цветности и звукового сопровождения представлены на рис. 2.

Рассмотренное устройство кодирования было изготов-

лено и экспериментально проверено, получены удовлетворительные характеристики ТВ изображения при записи и воспроизведении с дискового носителя информации. Ниже приведены технические параметры экспериментального макета устройства кодирования.

**Технические параметры устройства кодирования**

Девияция несущей частоты ЧМ сигнала яркости, МГц . . . . .	5—6,5
Уровень вершин синхроимпульсов, МГц . . . . .	5
Уровень «черного», МГц . . . . .	5,4
Уровень «белого», МГц . . . . .	6,5
Полоса пропускания канала яркости, МГц . . . . .	2,8
Перенесенное значение цветовой поднесущей «красной» строки, кГц . . . . .	1218,75
Перенесенное значение цветовой поднесущей «синей» строки, кГц . . . . .	1375
Девияция частоты поднесущей «красных» строк, кГц . . . . .	+506±25 — —350±18
Девияция частоты поднесущей «синих» строк, кГц . . . . .	—506±25 — +350±18
Полоса пропускания сигналов цветности ЧМ канала, кГц . . . . .	268—2325
Номинальное значение ЧМ несущей звукового сопровождения, кГц . . . . .	156,25
Девияция частоты ЧМ несущей звукового сопровождения, кГц . . . . .	±20
Полоса пропускания канала звукового сопровождения, кГц . . . . .	0,1—10

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Наан М. R. de. Intermodulation and moire effect in optical video recording. — Philips Res. Reports, 1977, 32.
2. Картьяну Г. Частотная модуляция. — Изд. Академии РНР, 1961.
3. Техника магнитной видеозаписи. /А. В. Гончаров и др. — М.: Энергия, 1970.
4. Соотраан К., Крамер Р. The Philips VLP system. — JSMPTE, 1974, N 7.

УДК 681.84.083.84

**Анализ характеристик термомагнитного копирования**

**А. Ю. Павлов**

Термокопирование относится к эффективным и экономичным способам переноса сигналограмм с оригинала на копию. Этот процесс отличает, в частности, линейная характеристика термомагнитного копирования носителя. Поэтому при перезаписи сигналограмм методом термокопирования следует ожидать меньшей скорости накопления нелинейных искажений, чем при традиционной перезаписи с использованием нескольких ВМ.

В настоящее время в ТВ быстро развивается такое направление, как электронный монтаж, в котором перенос сигналограмм с одного носителя на другой повторяется многократно. В этих случаях особенно важно, обеспечив высокую эффективность перезаписи, снизить величину

нелинейных искажений. В рамках магнитной записи рассматриваются различные методы решения этой задачи, среди которых термокопирование представляется одним из наиболее многообещающих.

В этой работе рассматриваются два основных параметра, характеризующих перезапись, и в частности термокопирование,—это эффективность и нелинейные искажения. Общие свойства термокопирования и экспериментальное исследование основных характеристик процесса копирования с использованием излучения аргонового лазера были рассмотрены [1]. Как указывалось, намагниченность магнитной ленты-копии без учета взаимодействия частиц может быть определена по формуле

$$M_{T8} = M_{T8} \operatorname{th} R H_{OP}, \quad (1)$$

где  $M_{T8}$  — остаточная намагниченность насыщения при температуре, для которой рассчитывается  $M_T$ ;  $H_{OP}$  — внешнее магнитное поле оригинала (поле копирования). Коэффициент  $R = VM_0/kT_6$ . В этом выражении  $V$  — объем однодоменной частицы в рабочем слое ленты-копии (предполагается, что для всех частиц  $V = \text{const}$ );  $M_0$  — спонтанная намагниченность частицы при температуре блокирования  $T = T_6$ ,  $k$  — постоянная Больцмана.

Предположим, что частицы хорошо ориентированы, и рассмотрим случай продольной намагниченности рабочего слоя ленты-оригинала (магнитная проницаемость  $\mu_{OP} = 1$ ). Амплитуда внешнего поля оригинала  $H_{OP} = H_M \exp(-ky)$ , где  $H_M$  — амплитуда продольной составляющей магнитного поля на поверхности оригинала;  $k = 2\pi/\lambda$ ,  $\lambda$  — длина волны.

Анализируемая система лент копии и оригинала поясняется рис. 1. Магнитное поле оригинала воздействует на рабочий слой ленты-копии, в результате чего он приобретает намагниченность  $M_K(y) = \chi H_M \exp(-ky)$ , где  $\chi$  — термомангнитная восприимчивость рабочего слоя ленты-копии. Амплитуда магнитного поля на поверхности копии с учетом неконтакта  $a$  между лентами [2]:

$$H_K = \int_a^{a+d_K} \frac{M_K(y)}{2} k \exp[-k(y-a)] dy.$$

Выполнив интегрирование, находим

$$H_K = (\chi/4) H_M \exp(-ka) [1 - \exp(-2kd_K)].$$

Эффективность термокопирования  $\eta_N$  по магнитному полю (коэффициент термокопирования) можно определить как отношение амплитуд магнитного поля на поверхностях рабочих слоев копии и оригинала:

$$\eta_N = (\chi/4) H_M \exp(-ka) [1 - \exp(-2kd_K)]. \quad (2)$$

Рассмотрим поведение этого коэффициента в предельных случаях коротких и длинных волн. Для малых длин волн при  $kd_K \gg 1$

$$\eta_N = (\chi/4) \exp(-ka) \approx (\chi/4)(1-ka)$$

и при идеальном контакте лент ( $a=0$ )  $\eta_N = \chi/4$ . Для больших длин волн при  $kd_K \ll 1$  влиянием параметра  $a$  можно пренебречь, и тогда

$$\eta_N = (\chi/4) [1 - \exp(-2kd_K)] \approx \chi kd_K/2.$$

Экспериментально [1] эффективность термокопирования оценивалась по воспроизведению сигналов копии и оригинала обычной головкой воспроизведения, реагирующей

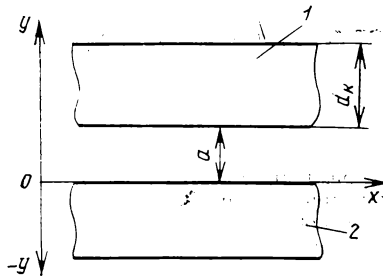


Рис. 1. Схематическое представление анализируемой системы:

1 — рабочий слой ленты-копии; 2 — рабочий слой ленты-оригинала;  $d_K$  — толщина рабочего слоя ленты-копии;  $a$  — неконтакт между лентами.

на магнитный поток. Поэтому для сравнения данных расчета и эксперимента целесообразно также определить эффективность термокопирования по магнитному потоку короткого замыкания сигнала  $\Phi$ . Предположим, что рабочий слой ленты оригинала равномерно намагничен по толщине  $d_{OP}$ . Тогда амплитуда магнитного потока оригинала с учетом неконтакта с головкой воспроизведения  $a_{OP}$  [2]

$$\Phi_{OP} = (\mu_0 M_{OP} b/k) [1 - \exp(-kd_{OP})] \exp(-ka_{OP}),$$

где  $b$  — ширина дорожки записи.

Учитывая неконтакт  $a_K$  с головкой воспроизведения, для копии получим, что

$$\Phi_K = \exp(-ka_K) \exp(ka) \mu_0 b \chi H_M \int_a^{a+d_K} \exp(-2ky) dy.$$

После интегрирования этого выражения

$$\eta_\Phi = \frac{\Phi_K}{\Phi_{OP}} = \frac{\chi H_M [1 - \exp(-2kd_K)] \exp(-ka_K)}{2M_{OP} [1 - \exp(-kd_{OP})] \exp(-ka_{OP})},$$

где  $H_M$  — амплитуда поля на поверхности ленты-оригинала при продольной намагниченности рабочего слоя. Согласно Вестмайзе [2]

$$H_M = (M_{OP}/2) [(1 + \operatorname{th} kd_{OP}/2) \operatorname{th} kd_{OP}] (1 + \operatorname{th} kd_{OP}).$$

Используя это выражение, получим

$$\eta_\Phi = \frac{\chi}{4} \frac{1 - \exp(-2kd_K)}{1 - \exp(-kd_{OP})} \times \frac{(1 + \operatorname{th} kd_{OP}/2) \operatorname{th} kd_{OP} \exp(-ka_K) \exp(-ka)}{(1 + \operatorname{th} kd_{OP}) \exp(-ka_{OP})}. \quad (3)$$

При  $a_{OP} = a_K$  выражение (3) может быть сведено к выражению (2). Отсюда следует, что эффективность по магнитному полю и по потоку при принятых допущениях ( $\mu_{OP} = 1$ ) одинакова. Значение  $\chi = 138$  в системе СИ может быть определено по характеристике термонамагничивания [3].

На рис. 2 представлена зависимость эффективности термокопирования от длины волны. Как видно, ограниченная толщина рабочего слоя ленты-копии и неконтакт между лентами приводит к неравномерности амплитудно-частотной характеристики копирования. Эффективность термокопирования в области больших длин волн будет тем выше, чем больше толщина рабочего слоя ленты-копии. Эффективность термокопирования в области малых длин волн будет тем выше, чем меньше значение неконтакта между лентами — оригиналом и копией.

При анализе эффективности термокопирования предполагалось, что  $\mu_K = 1$ . Проверить это допущение можно измерив  $\mu$  порошка  $\text{CrO}_2$ . На тороидальный цилиндр, в котором помещался порошок  $\text{CrO}_2$  (рис. 3) наматывалось  $n = 140$  витков провода ПЭЛ-0,3. Индуктивность

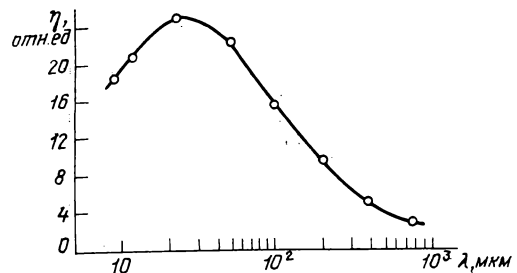


Рис. 2. Зависимость эффективности копирования от длины волны при  $a = 1$  мкм,  $d_K = 6$  мкм

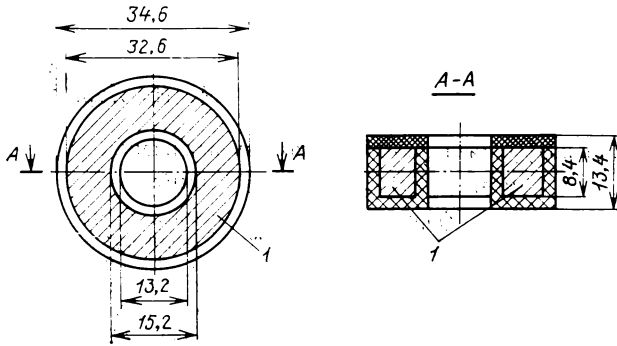


Рис. 3. Устройство измерения  $\mu$  порошка  $\text{CrO}_2$

$L=85,7$  мкГн была измерена при комнатной температуре и  $L=48,3$  мкГн в точке Кюри. Измерения выполнялись в термостате.

Известно, что индуктивность катушки может быть рассчитана по формуле

$$L=4\pi \cdot 10^{-9}(\mu_{\text{п}}S_{\text{п}}+\mu_{\text{т}}S_{\text{т}})n^2/l \text{ Гн,}$$

где  $\mu_{\text{п}}$  — начальная магнитная проницаемость порошка;  $\mu_{\text{т}}=1$  — магнитная проницаемость материала (текстолита);  $S_{\text{п}}$  — поперечное сечение объема, занимаемого порошком, см<sup>2</sup>;  $S_{\text{т}}$  — поперечное сечение корпуса, см<sup>2</sup>;  $l$  — средняя длина магнитопровода, см;  $n$  — количество витков.

Магнитная проницаемость порошка

$$\mu_{\text{п}}=(L \cdot 10^9 - 4\pi n^2 S_{\text{т}})/4\pi n^2 S_{\text{п}}.$$

При комнатной температуре  $\mu_{\text{п}}=2,6$ , а при температуре Кюри  $\mu_{\text{п}}=1$ . Отсюда можно заключить, что в точке Кюри для ленты-копии  $\mu_{\text{к}}=1$  и не влияет на процесс термокопирования. Однако при  $T=T_{\text{б}}$   $\mu_{\text{к}}>1$ , поэтому расчетное и экспериментально найденное значение эффективности термокопирования различаются, причем  $\eta_{\text{р}}>\eta_{\text{а}}$ . Кроме того, саморазмагничивание ленты-копии, которое не учитывалось при анализе, также уменьшает эффективность термокопирования.

Нелинейные искажения при термокопировании сигналограмм могут быть определены по коэффициенту третьей гармоники  $K_3$ , если воспользоваться характеристикой термомагнитного копирования ленты  $\text{CrO}_2$  [3] и аппроксимировать ее формулой (1). Магнитное поле копирования  $H=H_{\text{м}} \exp(-ky) \sin kx$ , где  $H_{\text{м}}$  — амплитуда магнитного поля на границе магнитных лент при идеальном контакте. Поэтому, используя (1), получим

$$M_{\text{рк}}(y)=M_{\text{рс}} \text{th} [RH_{\text{м}} \exp(-ky) \sin kx].$$

Функцию  $M_{\text{рк}}$  можно разложить в ряд Тейлора, сохранив первые два члена разложения. После некоторых выкладок получим

$$M_{\text{рк}}(y)=M_{\text{рс}} \{RH_{\text{м}} \exp(-ky) - (1/4)R^3H_{\text{м}}^3 \exp(3-ky)\} \times \sin kx + (1/12)R^3H_{\text{м}}^3 \exp(-3ky) \sin 3kx.$$

Исходя из этого выражения определим амплитуду первой гармоники потока короткого замыкания ленты-копии:

$$\Phi_1 = M_{\text{рс}}\mu_0 bRH_{\text{м}} \times \left\{ \frac{8 [1 - \exp(-2kd_{\text{к}})] - H_{\text{м}}^2 R^2 [1 - \exp(-4kd_{\text{к}})]}{16k} \right\}.$$

Амплитуда третьей гармоники потока короткого замыкания

$$\Phi_3=(M_{\text{рс}}\mu_0 bR^3H_{\text{м}}^3/72k)[1-\exp(-6kd_{\text{к}})].$$

Коэффициент нелинейных искажений

$$K_3=\frac{\Phi_3}{\Phi_1} =$$

$$= \frac{2R^2H_{\text{м}}^2 [1 - \exp(-6kd_{\text{к}})]}{\{72 [1 - \exp(-2kd_{\text{к}})] - 9H_{\text{м}}^2 R^2 [1 - \exp(-4kd_{\text{к}})]\}} \quad (4)$$

где  $H_{\text{м}} = \frac{\Phi_{\text{ор}}/b (1 + \text{th} kd_{\text{ор}}/2) \text{th} kd_{\text{ор}}}{2\mu_0 d_{\text{ор}} (1 + \text{th} kd_{\text{ор}})}$ ,

$\Phi_{\text{ор}}/b$  — уровень записи ленты-оригинала, Вб/м. Значение коэффициента  $R=7,5 \cdot 10^{-4}$  м/А в системе СИ и может быть определено по характеристике термомагнитного копирования [3].

Функция  $M_{\text{рк}}$  представлена сходящимся рядом, если выполнено неравенство:  $M_{\text{рк}} \approx M_{\text{рс}} [RH_{\text{м}} - (1/3)(RH_{\text{м}})^3]$  при  $RH_{\text{м}} < \pi/2$ . Этому неравенству отвечает  $H_{\text{м}} < 2,1$  кА/м, выполненное практически для всей характеристики термомагнитного копирования.

После подстановки в формулу (4) следующих значений:  $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ ;  $K=2\pi/\lambda=2,64 \cdot 10^4$  ( $v=9,5$  см/с,  $f=400$  Гц);  $d_{\text{к}}=6$  мкм,  $d_{\text{ор}}=18$  мкм — получим для  $\Phi_{\text{ор}}/b=25$  нВб/м уровень записи в копии  $\Phi_{\text{к}}/b=50$  нВб/м и  $K_3=0,14\%$ ; для  $\Phi_{\text{ор}}/b=50$  нВб/м  $\Phi_{\text{к}}/b=100$  нВб/м и  $K_3=0,58\%$ ; при этом  $H_{\text{м}}=400$  А/м соответствует  $\Phi_{\text{ор}}/b=50$  нВб/м. Как видно,  $\Phi_{\text{к}} > \Phi_{\text{ор}}$ , поэтому при термокопировании необходимо использовать специальный оригинал с уровнем записи меньше стандартного.

## Выводы

1. Проведенный анализ эффективности термокопирования показывает, что ее значение больше  $\ln$  для получения копии с равномерной амплитудно-частотной характеристикой необходимо, чтобы оригинал имел АЧХ с необходимым подъемом в области верхних и нижних частот.

2. При  $\Phi_{\text{к}}/b < 256$  нВб/м нелинейные искажения оригинала получаются настолько малыми, что не влияют на нелинейные искажения в копии и последние определяются только процессом термокопирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А. Ю. Термокопирование магнитных сигналограмм. — Техника кино и телевидения, 1980, № 4, с. 41—46.
2. Вестмайзе В. К. Исследование процесса магнитной записи. — В кн.: Магнитная запись электрических сигналов. М.: Энергия, 1967.
3. Frost W. T., Hagopian J. J., Ross R. M., Wohl R. J. Highdensity beam-addressable recording using thermomagnetic transfer. — IEEE Trans. Magn., 1974, MAG-10, N 3.

# Об искажениях вертикальных цветных переходов в изображении, воспроизводимом ВМ

М. И. Харитонов

При записи — воспроизведении сигналов цветного ТВ на экране видеоконтрольного устройства (ВКУ) можно наблюдать искажения на переходах от одного цвета к другому, возникающие во время быстрых и больших перепадов яркости. Искажения проявляются в виде цветных окантовок (дополнительной цветовой окраски переходов), цветной «бахромой» (горизонтальных штрихов разного цвета), увеличения уровня помех. Они могут быть заметны при переходах от черного к белому (например, от черного борта пиджака к белой рубашке), от синего к желтому и т. д. Причиной возникновения искажений на цветных яркостных перепадах являются рассматривавшиеся ранее [1] дифференциально-фазовые искажения (ДФИ). В устройствах видеозаписи наряду с ДФИ существуют и другие причины, вызывающие искажения на цветных переходах во время скачкообразного изменения сигнала яркости.

## Комбинационные искажения

Из-за ограниченности полосы пропускания тракта магнитная головка—лента несущая частота  $f_0$  незначительно превышает максимальную модулирующую частоту  $F_{\max}$  ( $f_0/F_{\max} < 2$ ). Спектры ЧМ и видеосигналов перекрываются, что ведет к возникновению комбинационных искажений («муар» на воспроизводимом изображении). Чтобы уменьшить искажения при модуляции, спектры ЧМ и видеосигналов разносят с помощью гетеродинирования или умножения частоты ЧМ сигнала [2]. Наиболее распространен метод демодуляции, при котором ЧМ преобразуют в частотно-импульсную модуляцию (ЧИМ) с удвоенной частотой импульсов, видеосигнал из импульсной последовательности выделяется фильтром нижних частот (ФНЧ), полоса пропускания которого в соответствии с используемым у нас в стране ТВ стандартом равна 6 МГц. Коэффициент комбинационных искажений при таком способе демодуляции

$$\kappa = \frac{1}{\beta} \sqrt{\sum_{n, l=-\infty}^{\infty} \left[ I_l(2n\beta) \frac{\sin \pi(2nf_0 + lF)\tau}{\sin \pi F\tau} \right]^2}, \quad (1)$$

где  $\beta$  — индекс демодуляции;  $\tau$  — длительность импульсов с ЧИМ;  $I_l(2n\beta)$  — функция Бесселя  $l$ -го порядка;  $n=l=1, 2, 3 \dots$  В этом выражении не учитываются меньшие по уровню комбинационные искажения (из-за отраженных боковых частот и нелинейности тракта магнитной записи), а также искажения, возникающие из-за неидеальности отдельных элементов канала изображения (например, модулятора или демодулятора). Суммирование в (1) ведется по всем значениям  $n$  и  $l$ , для которых  $2nf_0 + lF < F_{\text{гр}}$ , где  $F_{\text{гр}}$  — граничная частота ФНЧ (рис. 1).

Для практических расчетов удобно воспользоваться приближенной формулой, оставляя в (1) слагаемое с  $n=1$  и  $l=\nu$  ( $\nu$  — ближайшее целое число, которое больше  $(2f_0 - F)/F$ ), имеющее наибольший удельный вес.

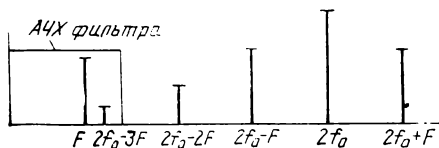


Рис. 1. Спектр сигнала на входе ФНЧ демодулятора

Тогда коэффициент комбинационных искажений

$$\chi = I_{\nu}(2\beta) \sin \pi(2f_0 - \nu F)\tau / \sin \pi F\tau. \quad (2)$$

При расчетах по формуле (2) обычно полагают, что частота модуляции  $F$  равна частоте цветовой поднесущей, которая в зависимости от цвета изменяется в интервале 4,02—4,76 МГц. Несущая частота также зависит от цвета и изменяется от 7,8 МГц (соответствует уровню черного) до 9,3 МГц (соответствует уровню белого). При этом  $\nu=3$ , т. е. наиболее интенсивная комбинационная помеха действует на частоте  $f_{\text{п}}=2f_0-3F$  (за исключением сигнала цветоопознавания в строке R, для которого  $f_{\text{п}}=2f_0-2F$ ). Рассчитанные таким образом коэффициенты комбинационных искажений при записи — воспроизведении сигнала генератора цветных полос (ГЦП) имеют уровень —42 — —50 дБ (за исключением сигнала цветоопознавания, для которого  $\chi=-16$  дБ), что значительно ниже порога визуальной заметности искажений — —30 — —34 дБ.

Такая оценка не учитывает выбросы на яркостном перепаде, возникающие из-за видеопредыскажений. Отрицательный выброс на яркостном перепаде может привести к тому, что несущая частота станет ниже 7,8 МГц, и в полосу пропускания ФНЧ демодулятора может попасть более интенсивная комбинационная помеха, частота которой  $2f_0 - 2F$ . Оценим возникающие при этом комбинационные искажения.

Коэффициент передачи цепи видеопредыскажений представим в виде

$$K(i\omega) = (1 + i\omega\tau) / [1 + (i\omega\tau)/a],$$

где  $a$  и  $\tau$  стандартизованы и для четырехголовочных ВМ:  $\tau=610$  нс,  $a=2,5$ . При действии единичного перепада сигнал на выходе цепи предыскажений равен

$$S_{\text{вых}}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{i\omega} \frac{(1 + i\omega\tau)}{\left(1 + \frac{i\omega\tau}{a}\right)} e^{i\omega t} d\omega = 1 - (1 - a) e^{-at/\tau}. \quad (3)$$

С учетом (3) получим: для черно-белого перепада несущая частота скачкообразно возрастает от 7,8 МГц до 11,5 МГц (соответствует положительному выбросу в сигнале  $S_{\text{вых}}(t)$ ), затем начинает уменьшаться и после окончания переходного процесса становится равной 9,3 МГц (рис. 2); для бело-черного перепада уменьшается от

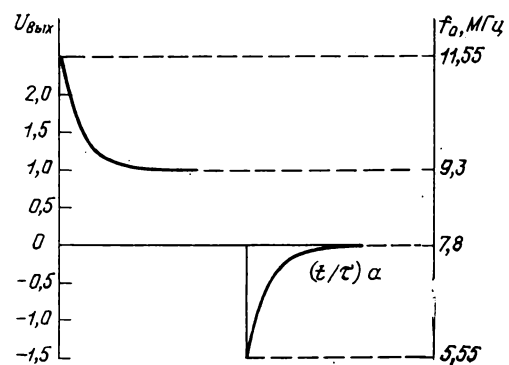


Рис. 2. Изменение несущей частоты как функции сигнала яркости

Таблица 1

Комбинационные искажения при переходах от белого к синему и красному

Цветной переход	От белого к синему (строка В)			От белого к синему (строка R)			От белого к красному (строка R)	
Время от начала перехода, $\Delta t$ , нс	0	250	600	0	250	470	0	100
Частота помехи $f_{\Pi} = 2f_0 - 2F$ , МГц	2,22	4,5	6	2,82	5,1	6	5,06	6
Коэффициент комбинационных искажений, $\kappa$ , дБ	-23,5	-20	-16,5	-24	-22	-21	-21	-19

9,3 МГц до 5,55 МГц (соответствует отрицательному выбросу в сигнале  $S_{\text{вых}}(t)$ ) и после окончания переходного процесса становится равной 7,8 МГц. Очевидно, что наиболее неблагоприятными по комбинационным искажениям будут цветные переходы, при которых несущая частота максимально уменьшается, т. е. переходы от белого к черному, синему и красному цветам. Оценка комбинационных искажений для этих переходов (за исключением бело-черного, на котором искажения визуально менее заметны) дана в табл. 1. При расчетах учитывались НЧ и ВЧ искажения в кодере СЕКАМ.

Как видно из таблицы, в промежутке от начала перехода до некоторого времени  $\Delta t = 200-600$  нс (при  $a = 2,5$ ;  $\tau = 610$  нс), которое зависит от параметров цепи предыскажений и передаваемого цвета, уровень комбинационных искажений составляет  $-16$  —  $-24$  дБ, что превышает порог их визуальной заметности. По истечении времени  $\Delta t$  комбинационная помеха с частотой  $2f_0 - 2F$  выходит за пределы полосы пропускания ФНЧ демодулятора, и искажения сильно уменьшаются (до  $-43$  —  $-50$  дБ), так как будут определяться меньшей по амплитуде помехой с частотой  $2f_0 - 3F$ .

Таким образом, при записи — воспроизведении некоторых сюжетов на изображении справа от цветных переходов (на участках небольшой длины примерно 2—5 мм) будет виден муар. Отметим, что при воспроизведении стандартного сигнала ГЦП (в котором вертикальные цветные полосы расположены в порядке убывания яркости и отрицательные выбросы в предыскаженном сигнале невелики), этот вид муара практически незаметен.

### Флуктуационные помехи

Как отмечалось выше, при действии яркостного перепада из-за видеопредыскажений несущая частота может значительно увеличиваться во время выброса (при коэффициенте предыскажения 2,5—11,5 МГц). С увеличением несущей возрастают волновые и частотные потери, что снижает уровень воспроизводимого сигнала. Так, при изменении несущей с 9,3 МГц до 11,5 МГц уровень сигнала падает на 3—5 дБ, причем степень уменьшения зависит от ряда факторов: характеристик магнитных головок и ленты, тока записи и т. д. Соответствующим образом уменьшается отношение сигнал/шум на выходе ВМ, и на экране ВКУ справа от вертикального цветного перехода можно наблюдать повышенный шум. Наиболее заметны шумы на переходах от черного к желтому, голубому и некоторым другим цветам, т. е. в тех случаях, когда на яркостном перепаде появляется максимальный выброс. Следует отметить, что в некоторых моделях ВМ из-за недостаточной полосы пропускания отдельных блоков канала записи — воспроизведения (например, усилителя записи) частоты выше 10—11 МГц воспроизводятся в весьма малом уровне, и в ЧМ демодуляторе может наступить пороговый эффект, при котором сигнал подавляется шумом. При этом на изображении вблизи яркостного цветного перехода заметны горизонтальные штриховые линии в виде «хлопьев», а при очень сильном уменьшении уровня воспроизводимого сигнала — «факелы».

### Дифференциальные искажения (ДИ)

Одна из основных причин ДИ в видеомагнитофонах — неидеальность передаточной характеристики ЧМ канала. Известно, что для неискаженной передачи ЧМ сигнала необходимо, чтобы в процессе передачи не нарушались амплитудные и фазовые соотношения его отдельных спектральных составляющих. Для этого амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) канала должна быть равномерной или линейной, а фазо-частотная характеристика (ФЧХ) — линейной. Если эти условия не выполняются, то в общем случае возникают линейные (частотные, фазовые, дифференциальные) и нелинейные искажения закона частотной модуляции. Верхняя граничная частота полосы пропускания ЧМ канала ВМ должна быть достаточной для неискаженной передачи наивысшего верхнего бокового компонента  $f_{\text{об}} + F_{\text{макс}}$ , когда несущая соответствует уровню белого, а нижняя граничная частота — достаточной для передачи компонента  $f_{\text{оч}} - F_{\text{макс}}$ , когда несущая соответствует уровню черного. При этом необходимо учитывать дополнительное увеличение или уменьшение несущей частоты за счет выбросов на яркостных перепадах. В указанном диапазоне частот нелинейность АЧХ приводит к искажениям типа дифференциального усиления, а ФЧХ — дифференциальной фазы. Причем отклонение характеристик ЧМ канала от идеальных в области верхней граничной частоты в меньшей степени влияет на величину возникающих искажений, чем отклонение в зоне девиации несущей частоты или в области нижней граничной частоты. Это объясняется тем, что перед ЧМ демодулятором установлен шумоподавляющий фильтр с линейно падающей АЧХ и линейной ФЧХ, который уменьшает вклад верхних боковых компонент ЧМ сигнала в демодулированный сигнал.

В системе СЕКАМ благодаря использованию ЧМ дифференциальное усиление (ДУ) не искажает цветового тона или насыщенности, тем не менее совместно с другими видами искажений оно снижает качество изображения. Например, ДУ изменяет размах сигнала цветности при передаче уровней черного и белого и соответственно шум в канале цветности, а также перекрестные искажения «цветность — яркость». Кроме этого, в четырехголовочных ВМ различие ДУ по каналам отдельных головок приводит к возникновению полос на изображении.

Дифференциально-фазовые искажения существенно влияют на качество цветного изображения. Механизм их проявления довольно сложный и связан с преобразованием фазовых сдвигов в паразитную девиацию частоты в области перехода от одного цвета к другому. При этом, во-первых, изменяется амплитуда сигнала цветности на входе ЧМ детектора декодера СЕКАМ (уменьшение амплитуды ухудшает отношение сигнал/шум) и, во-вторых, изменяются уровни продетектированных цветоразностных сигналов, что ведет к искажению цвета. Степень искажений зависит от величины дифференциальной фазы (ДФ), амплитуды и длительности скачка яркости, цвета и его насыщенности и т. д. Поскольку в общем виде исследование данного явления довольно трудно, рассмотрим конкретный пример, типичный для устройств видеозаписи.

Пусть при записи — воспроизведении черно-белого перепада, скорость изменения которого (фронт-сигнала) составляет  $\tau_f = 0,5$  мкс (минимальное  $\tau_f$  определяется фильтрами, ограничивающими полосу частот цветоразностных сигналов), дифференциальная фаза равна  $\Delta\phi = 5^\circ = 0,0875$  рад. Паразитная девиация частоты  $\Delta f_{\text{п}} = \Delta\phi / 2\pi\tau_f = 28$  кГц.

При этом значении  $\Delta f_{\text{п}}$  частота цветовой поднесущей, соответствующей белому цвету в красной строке (R), станет равной  $4,406 \pm 0,028 = 4,434$  МГц, а в синей строке (B) —  $4,25 \pm 0,028 = 4,278$  МГц. Так же изменяется уровень сигнала цветности на выходе цепи коррекции высокочастотных предискажений («кlesh-фильтра», рис. 3): в строке R он уменьшается на 0,8 дБ, а в строке B — на 0,3 дБ. Таким образом, в данном примере изменение амплитуды сигнала цветности незначительно и практически не сказывается на отношении сигнал/шум.

Определим изменение уровней протектированных цветоразностных сигналов и связанное с этим нарушение цветного тона. Поскольку номинальным девиациям  $\Delta f_R = 280$  кГц и  $\Delta f_B = 230$  кГц соответствуют протектированные цветоразностные сигналы  $D_R = D_B = 1$ , то изменения сигналов  $\Delta D'_R$  и  $\Delta D'_B$  составят  $\Delta D'_R = 28/280 = 0,1$ ;  $\Delta D'_B = 28/230 = 0,122$ . При этом искажения сигналов

$$\begin{aligned} \Delta E'_{R-Y} &= -\Delta D'_R / 1,9 = -0,0526; \\ \Delta E'_{B-Y} &= \Delta D'_B / 1,5 = 0,0813; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\Delta E'_{G-Y} = -0,5\Delta E'_{R-Y} - 0,19\Delta E'_{B-Y} = 0,0114.$$

Чтобы определить связь между изменениями цветоразностных сигналов и соответствующими цветовыми различиями, воспользуемся результатами работы [3]. На рис. 4 приведена сетка координат  $r, g, b$ , представляющих относительные значения сигналов основных цветов<sup>1</sup>

$$r, g, b = E_R, G, B / (E_R + E_G + E_B). \quad (5)$$

Точке равносигнального белого цвета соответствуют координаты  $r=g=b=0,333$ ; в вершинах треугольника расположены основные цвета 100 %-ной насыщенности: красный, синий и зеленый. Участком неразличимых глазом цветностей (цветового тона и насыщенности) на диаграмме рис. 4 являются окружности с диаметром, равным 0,0038 единицы шкалы  $u, v$  (один порог цветоразличения — «порог Мак-Адама»). Эта диаграмма по-

<sup>1</sup> Сигналы  $E_R, E_G, E_B$  относятся к точке тракта перед гамма-корректором, компенсирующим нелинейность кинескопа.

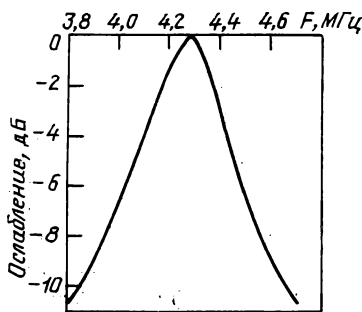


Рис. 3. Характеристика коррекции ВЧ предискажений

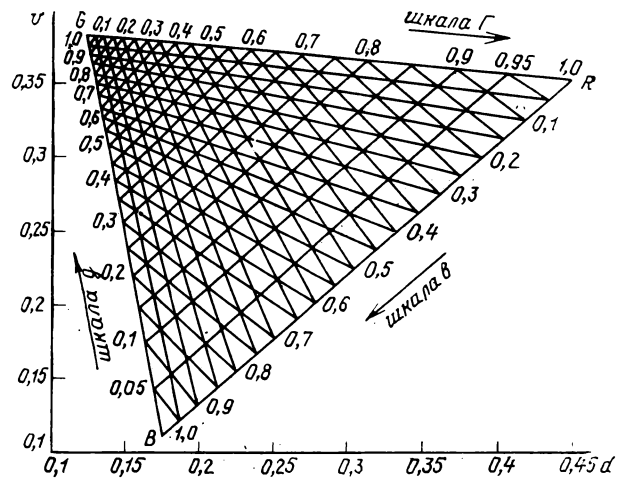


Рис. 4. Координатная сетка сигналов основных частот

зволяет определить изменения цветностей в зависимости от искажений цветоразностных сигналов.

Найдем изменение цветности для рассмотренного выше примера, когда передается черно-белый перепад, а сигналы  $E_R, E_G, E_B$  и  $E_Y$  имеют одинаковую форму — линейно нарастающий фронт длительностью 0,5 мкс и относительный размах 1 (см. табл. 2). В соответствии с (4) при ДФ, равной  $5^\circ$ , размах в сигнале  $E_R = E_Y + E'_{R-Y}$  уменьшится до 0,947, а в сигналах  $E_B$  и  $E'_R$  увеличится соответственно до 1,08 и 1,0114. При  $\gamma$  кинескопа, равной 2,8, сигналы, приведенные к экрану трубки  $E_R = (E'_R)^\gamma = 0,947^{2,8} = 0,858$ ;  $E_G = 1,0114^{2,8} = 1,031$ ;  $E_B = 1,08^{2,8} = 1,24$ . Координаты цветности, определенные по (5), примут значения:  $r=0,274$ ;  $g=0,333$ ;  $b=0,396$ .

Используя координатную сетку рис. 4 и ее фрагмент (рис. 5), на котором изображены окружности в 2 и 3 порога цветоразличения, заметим смещение цветности от точки белого ( $r=g=b=0,333$ ) к синему на 3 порога цвето-

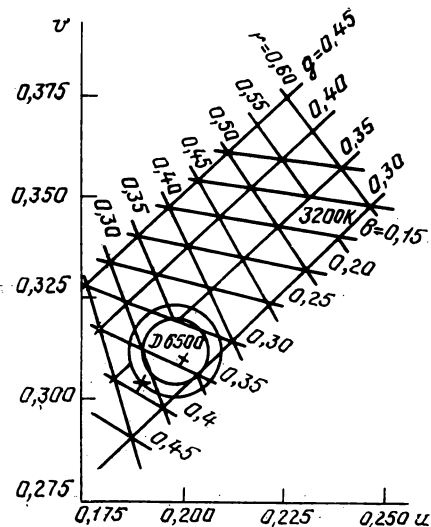


Рис. 5. Координатная сетка в окрестности белого цвета



Таблица 2

Параметры сигналов различных цветов насыщенности

Цвет	Насыщенность	Сигналы				Координаты сигнала цветности			Строка R		Строка B	
		$E_R$	$E_G$	$E_B$	$E'_Y$	$r$	$g$	$b$	$\Delta f_R$ , кГц	$F$ , МГц	$\Delta f_B$ , кГц	$F$ , МГц
Белый		1	1	1	1	0,333	0,333	0,333	0	4,406	0	4,25
Желтый	0,25	1	1	0,733	0,988	0,366	0,366	0,268	-4,9	4,401	-24,2	4,226
	1,0	1	1	0	0,885	0,5	0,5	0	-4,5	4,361	-230	4,02
Голубой	0,25	0,703	1	1	0,9646	0,26	0,37	0,37	33,12	4,439	9,235	4,259
	1,0	0	1	1	0,701	0	0,5	0,5	280	4,686	78	4,328
Зеленый	0,25	0,679	1	0,697	0,9471	0,288	0,424	0,288	19	4,425	-12,2	4,249
	1,0	0	1	0	0,587	0	1	0	235	4,641	-152	4,098
Пурпурный	0,25	1	0,469	1	0,861	0,405	0,19	0,405	-55,6	4,35	21,14	4,271
	1,0	1	0	1	0,413	0,5	0	0,5	-235	4,161	152	4,402
Красный	0,25	1	0,402	0,402	0,805	0,555	0,223	0,223	-80	4,326	-21,66	4,228
	1,0	1	0	0	0,299	1	0	0	-280	4,126	-78	4,172
Синий	0,25	0,176	0,176	1	0,59	0,13	0,13	0,74	20,9	4,427	106,4	4,356
	1,0	0	0	1	0,114	0	0	1	45	4,451	230	4,48

Примечание.  $\Delta f$  — девиация частоты;  $F$  — частота цветовой поднесущей,  $E'_Y = \alpha E'_R + \beta E'_G + \delta E'_B$ ;  $\alpha = 0,3$ ;  $\beta = 0,59$ ;  $\delta = 0,11$ ;  $E'_R = E^{1/\gamma}_R$ ;  $E'_G = E^{1/\gamma}_G$ ;  $E'_B = E^{1/\gamma}_B$

различия; при этом на изображении появится слабо заметная синяя окантовка между черным и белым цветами. В случае отрицательной ДФ эта окантовка будет дополнительной к синему цвету (желтая окантовка). При воспроизведении бело-черного перепада знаки искажений меняются на обратные, положительной ДФ будет соответствовать желтая окантовка, а отрицательной — синяя. (Заметность искажений после бело-черного перехода намного меньше, чем после черно-белого.) В соответствии с изложенным выше можно определить нарушение цветопередачи для различных цветных переходов. Например, при положительной ДФ на переходе от красного к желтому цвету появляется белая окантовка, а от желтого к синему — красная; при отрицательной ДФ на переходе от желтого к синему окантовка — зеленая.

При одной и той же паразитной девиации частоты наибольшие искажения претерпевают те цвета, которым соответствуют наименьшие величины  $\Delta f_R$  и  $\Delta f_B$  [4]. В строке R это желтый и синий цвета ( $\Delta f_R$  соответственно равно 45 кГц и -45 кГц, см. табл. 2), а в строке B — голубой и красный ( $\Delta f_B$  соответственно 78 кГц и -78 кГц). Причем на цветах с малой насыщенностью искажения более заметны, чем на насыщенных цветах.

Оценим искажения на переходе от черного к желтым цветам с 100- и 25 %-ной насыщенностью. Пусть, так же как в рассмотренном ранее примере,  $\Delta\phi = 5^\circ$ ,  $\tau_{\phi} = 0,5$  мкс. Выполнив преобразования, аналогичные предыдущим, с учетом данных табл. 2 получим, что для желтого цвета 100 %-ной насыщенности координаты цветности примут значения:  $r = 0,454$ ;  $g = 0,545$ ;  $b = 0,0045$  (было  $r = g = 0,5$ ;  $b = 0$ , см. табл. 2), а для желтого цвета 25 %-ной насыщенности —  $r = 0,454$ ;  $g = 0,545$ ;  $b = 0,0045$  (было  $r = g = 0,366$ ;  $b = 0,268$ ). Как следует из рис. 4, изменения цветности на переходе от черного к желтому цвету 100 %-ной насыщенности незначительны, в то же время эти изменения велики при переходе к желтому цвету 25 %-ной насыщенности (координаты цветности смещаются в сторону белого цвета, и между черным и желтым цветами появляется белая окантовка). Таким образом,

окантовки сильнее заметны на ненасыщенных цветах.

Из-за наличия ДФ кроме окантовок на переходах между различными цветами можно наблюдать цветную «бахрому», т. е. перемежающиеся разноцветные штрихи. Механизм возникновения этих искажений описан в [1] и связан с тем, что при действии скачка яркости в контуре «кlesh» декодера СЕКАМ возникают свободные колебания, которые в результате взаимодействия с вынужденными колебаниями (из-за действия сигнала цветовой поднесущей), приводят к изменению фазы результирующего сигнала на границе цветного перехода. Так как в системе СЕКАМ принята коммутация фазы цветовой поднесущей, то протектированные цветоразностные сигналы будут неодинаково искажаться в каждой строке. При этом на изображении возникают две окантовки различного цвета, которые переплетаются между собой в виде «бахромы». Заметность «бахромы», как и окантовок, зависит от того, между какими цветами происходит переход, величины ДФ, времени нарастания яркостного перепада и т. д.

## Выводы

Рассмотрен механизм возникновения искажений, наблюдаемых справа от вертикальных границ цветных переходов, в изображении, воспроизводимом с ВМ. Основными видами искажений являются:

комбинационные искажения, уровень которых резко возрастает на некоторых цветных переходах;

флуктуационные шумы, которые также могут возрастать на цветных переходах;

искажения в виде цветных окантовок и «бахромы», возникающие из-за наличия в канале изображения ВМ дифференциальной фазы.

Два последних вида искажений зависят от качества отдельных элементов канала изображения, и их уровень может быть уменьшен за счет улучшения линейности фазовой характеристики ЧМ канала, увеличения отдачи

магнитных головок и т. д. Искажения первого вида не зависят от качества выполнения отдельных звеньев канала изображения, а определяются коэффициентом видеопредыскажений и несущей частотой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шендерович А. М., Кустарев А. К. Проявление дифференциально-фазовых искажений в цвет-

ном изображении. — Техника кино и телевидения, 1975. № 12, с. 57—60.

2. Техника магнитной видеозаписи /Под ред. В. И. Пархоменко. — М.: Энергия, 1978.

3. Певзнер Б. М. Качество цветных телевизионных изображений. — М.: Связь, 1980.

4. Новаковский С. В. Стандартные системы цветного телевидения. — М.: Связь, 1976.

Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания

УДК 621.385.832.7:621.397.132]:535.65

## Спектрально-координатный метод измерения цветностей на экране кинескопа

Б. Н. Николаев

Проблема внедрения цветных измерений в практику цветного телевидения с каждым годом становится все актуальнее. Это подтверждается не только разработкой новых приборов для цветового контроля и настройки ТВ аппаратуры, но и увеличением количества статей по колориметрии. К сожалению, наряду с содержательными, строго аргументированными статьями иногда появляются публикации, которые содержат ошибки по существу исследуемых вопросов, что заставляет вернуться к обсуждению спектрально-координатного метода измерения цветных координат [1, 2] и рассмотреть его связь с другим, более общим методом измерения цвета на экране кинескопа.

Спектрально-координатный метод [3, 4], реализованный в приборе [5] и спектрально-координатном колориметре с узкополосными интерференционными светофильтрами, использует особенность аддитивного сложения цветов на экране кинескопа (отсутствие метамерных цветов). Сущность метода состоит в том, что из светового излучения экрана кинескопа  $E_3(\lambda)$ , образуемого смесью излучений  $E_C(\lambda) = E_R(\lambda), E_G(\lambda), E_B(\lambda)$  трех люминофоров кинескопа (рис. 1), анализирующими функциями  $S_{P1}(\lambda) = S_{L1}(\lambda), S_{M1}(\lambda), S_{N1}(\lambda)$  выделяются ординаты  $l_{OC} = l_{OR}, l_{OG}, l_{OB}$ . Значения этих ординат пропорциональны координатам  $C=R, G, B$  в цветовой системе кинескопа, поэтому отклики  $P=L, M, N$  цветоанализаторов тоже будут пропорциональны координатам  $C$ .

Процедуру определения координат цветности  $x, y$  МКО по показаниям спектрально-координатных колориметров можно упростить [1—5], если использовать координаты  $\alpha = R/G, \beta = B/G$ . Переход этих координат  $x, y$  выполняется по графику цветностей  $x, y$ , на который нанесены шкалы значений  $\alpha$  и  $\beta$ , или по формулам

$$\begin{aligned} x &= \frac{x_R \alpha_0 \alpha + x_G + x_B \beta_0 \beta}{\alpha_0 \alpha + 1 + \beta_0 \beta}; \\ y &= \frac{y_R \alpha_0 \alpha + y_G + y_B \beta_0 \beta}{\alpha_0 \alpha + 1 + \beta_0 \beta}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\alpha_0, \beta_0$  — коэффициенты, определяемые при градуировке прибора по опорному белому цвету;  $x_C = x_R, y_R, z_R, x_G, y_G, \dots, z_B$  — координаты цветности люминофоров кинескопа в системе XYZ МКО 1931 г.

Исследования прибора, работающего на основе спектрально-координатного метода [5], показали, что по координатам  $\alpha, \beta$  для всех цветов, в которых отсутствует зеленый цвет ( $G=0$ ), ни графически, ни по формулам (1) не удается определить координаты  $x, y$ , поскольку в этих случаях  $\alpha = \infty, \beta = \infty$ . К этой группе относятся все цвета, расположенные на прямой  $BR$  цветового треугольника ( $R$ ), ( $G$ ), ( $B$ ). Еще одна трудность связана с неравномерностью шкалы  $\alpha$  и  $\beta$ , что, в частности, существенно ограничивает точность определения координат  $x, y$  для остальных цветностей. Кроме того, из рис. 1 видно, что спектральные характеристики люминофоров  $E_{CD}(\lambda)$  перекрываются. Это затрудняет выделение излучения, соответствующего свечению каждого из трех люминофоров, без «загрязнения» его излучениями других люмино-

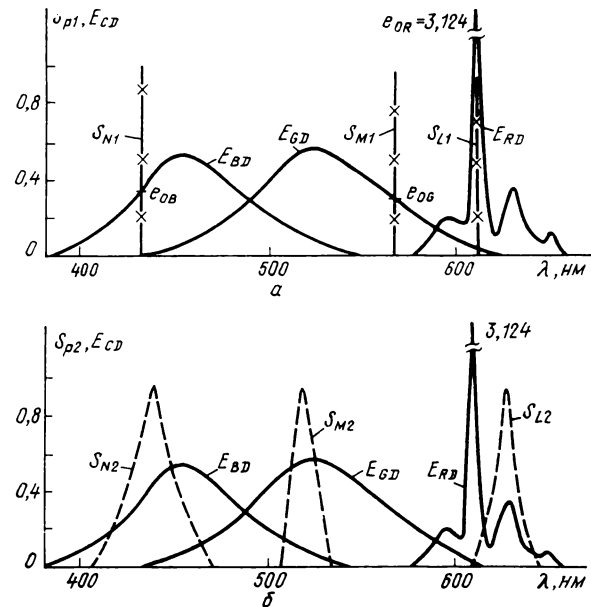


Рис. 1. Спектральные характеристики излучения люминофоров и анализирующие функции спектрально-координатных колориметров

форов. Перечисленные недостатки не позволили широко использовать спектрально-координатный метод, применение получили другие методы измерения цвета на экране кинескопа.

В [6, 7] приведена теория более общего метода измерения цвета на экране кинескопа с помощью анализирующих функций произвольной формы. Было показано, что переход от откликов  $P$  на выходах трех анализаторов к координатам  $C$  цветовой системы кинескопа, переход от  $C$  к координатам цвета  $W=X, Y, Z$  и цветности  $x, y$  нужно выполнять по формулам

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{RD} & L_{GD} & L_{BD} \\ M_{RD} & M_{GD} & M_{BD} \\ N_{RD} & N_{GD} & N_{BD} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} L \\ M \\ N \end{bmatrix} = [a_{CP}] [P];$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R & X_G & X_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \\ Z_R & Z_G & Z_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = [a_{WC}] [C]; \quad (2)$$

$$x = X/(X + Y + Z), \quad y = Y/(X + Y + Z),$$

где  $P_{CD} = L_{RD}, L_{GD}, L_{BD}, \dots, N_{BD}$  — коэффициенты матрицы  $[a_{CP}]$ , определяемые при калибровке прибора по опорному белому цвету;  $[a_{CP}]$ ,  $[a_{WC}]$  — матрицы перехода от откликов  $P$  к координатам  $C$  и от  $C$  к  $X, Y, Z$  МКО.

Легко заметить, что по характеру цветоанализа спектрально-координатный метод относится к частному случаю метода и измерения цвета анализирующими функциями произвольной формы, реализуемому при предельно узких анализирующих функциях, выделяющих монохроматические излучения. При этом матрица в (3) становится диагональной.

Оценка точности измерения цветности спектрально-координатными колориметрами проведена для двух видов анализирующих функций  $S_{P1}(\lambda)$  и  $S_{P2}(\lambda)$ , показанных на рис. 1.  $S_{P1}(\lambda)$  являются идеализацией анализирующих функций прибора [5],  $S_{P2}(\lambda)$  соответствуют комбинации функций интерференционных светофильтров и кремниевых фотодиодов. Расчеты выполнены с помощью спектральных характеристик излучения люминофоров при воспроизведении опорного белого цвета  $E_{CD}(\lambda) = E_{RD}(\lambda), E_{GD}(\lambda), E_{BD}(\lambda)$  (см. рис. 1) и опорных цветов (см. таблицу), получаемых с их помощью.

Координаты опорных цветов

Цвет	Цветовые координаты				
	R	G	B	x	y
Белый (D)	1	1	1	0,3130	0,3290
Красный (R)	1	0	0	0,6594	0,3404
Зеленый (G)	0	1	0	0,2539	0,5739
Синий (B)	0	0	1	0,1406	0,0783
Пурпурный	1	0	1	0,3482	0,1831
Желтый	1	1	0	0,4168	0,4801
Голубой	0	1	1	0,1971	0,3252

На рис. 2, 3 представлены области максимально возможных погрешностей цветности при отклонениях откликов цветоанализаторов на величину  $\pm 1\%$  и при условии расчета по формулам (2) с использованием матрицы  $[a_{CP}]$  и без нее. Расчеты выполнены на ЭВМ ЕС-1022. Сплошные линии на рис. 2, 3 указывают области максимально возможных погрешностей в тех случаях, когда учитывалась матрица  $[a_{CP}]$ , штриховые случаи, когда

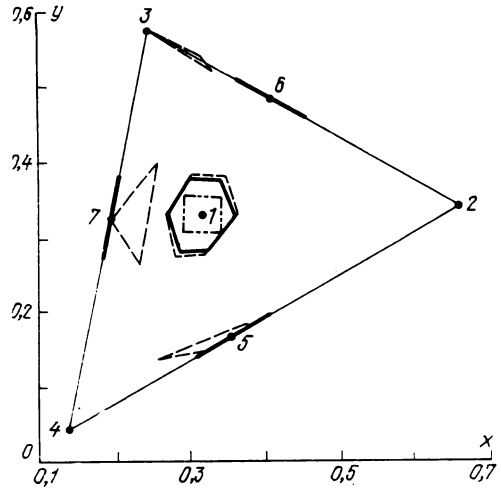


Рис. 2. Зоны максимально возможных погрешностей опорных цветностей при отклонении откликов  $P$  на  $\pm 1\%$  для варианта 1:

без матрицы  $[a_{CP}]$  — — — — —, с матрицей  $[a_{CP}]$  — — — — —

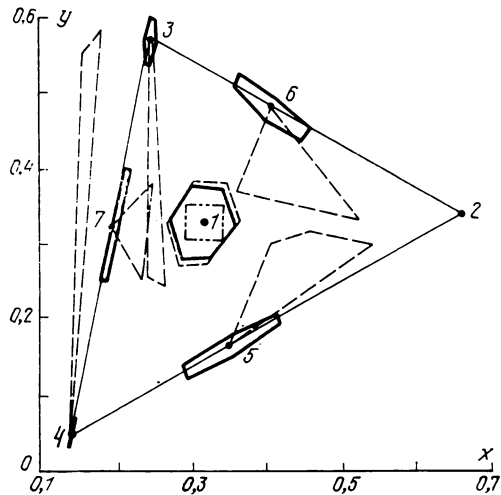


Рис. 3. Зоны максимально возможных погрешностей опорных цветностей при отклонении откликов  $P$  на  $\pm 1\%$  для варианта 2:

без матрицы  $[a_{CP}]$  — — — — —, с матрицей  $[a_{CP}]$  — — — — —

эти матрицы не использовались. Размеры всех зон разброса цветностей увеличены в 25 раз по отношению к масштабу по осям  $x, y$ . Оценка величины зон разброса на рисунках можно выполнить по квадрату, соответствующему отклонению  $\Delta x, \Delta y = \pm 0,001$  (цветность 1). Из рис. 2, 3 видно, что зоны разброса цветностей при отсутствии матрицы  $[a_{CP}]$  увеличиваются. Сужение анализирующих функций уменьшает зоны разброса цветностей, однако при этом снижаются и чувствительность прибора и его потенциальная точность, поскольку даже небольшой сдвиг положения ординаты, находящейся на склоне спектральной характеристики  $E_{CD}(\lambda)$ , существенно изменяет величину выделяемой ординаты. Эти недостатки спектрально-координатного способа отмечены в [8].

## Выводы

1. Спектрально-координатный метод — частный случай метода измерения цвета с помощью анализирующих функций произвольной формы.

2. Формула пересчета откликов спектрально-координатного колориметра с применением координат  $\alpha$ ,  $\beta$  не позволяют рассчитать координаты цветности  $x$ ,  $y$  МКО большой группы измеряемых цветов и поэтому не могут быть использованы для измерения цвета.

3. Координаты измеряемых цветов легко определить с помощью матричного пересчета откликов на выходах цветоанализаторов.

4. Сильное сужение анализирующих функций нежелательно, поскольку наряду с уменьшением чувствительности снижается потенциальная точность прибора при возможных нестабильностях выделяемых ординат, находящихся на склоне спектральных характеристик излучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ложкин Л. Д. О точности измерения координат цветности в ТВ. — Техника кино и телевидения, 1980, № 2, с. 34—39.

2. Ложкин Л. Д. Влияние нелинейности «свет—

сигнал» колориметра на точность измерения координат цветности. — Техника кино и телевидения, 1981, № 6, с. 45—47.

3. Постарнак Ч. Г. Спектрально-координатный метод определения цветностей воспроизводящих устройств. — В кн.: Радиоэлектроника в народном хозяйстве СССР. Куйбышев, 1969, с. 3—10.

4. Постарнак Ч. Г. Формулы связи электрических и колориметрических величин для анализа верности воспроизведения в системе ЦТ. — В кн.: Радиоэлектроника в народном хозяйстве СССР. Куйбышев, 1971, с. 9—13.

5. Николаев Б. Н., Постарнак Ч. Г., Хейфиц Л. К. Устройство для измерений вариаций цветности кинескопов. — В кн.: Радиоэлектроника в народном хозяйстве СССР. Куйбышев, 1969, с. 21—30.

6. Кустарев А. К., Николаев Б. Н. Методы измерения цвета на экране кинескопа. — Техника кино и телевидения, 1976, № 8, с. 51—54.

7. Кустарев А. К., Николаев Б. Н. Измерение цвета на экране цветного кинескопа. — Техника кино и телевидения, 1973, № 6, с. 45—47.

8. Кривошеев М. И., Кустарев А. К. Световые измерения в телевидении. — М.: Связь, 1973.

*Куйбышевский электротехнический институт связи*



УДК 621.385.832.56

## Интегральные координатные фотоприемные матрицы в системах детектирования контуров оптических объектов

М. Н. Сتيнов

Одно из неперемных условий осуществления пространственной фильтрации контуров (ПФК) оптических объектов — формирование анизотропных апертур развертывающих пучков в передающих (приемных) ТВ трубках [1—3]. При этом качественные характеристики систем ПФК (непрерывность границ контуров, приемлемое отношение сигнала к помехе, степень неравномерности выходного сигнала и т. д.) прямо или косвенно определяются качеством сформированной развертывающей апертуры. Существующие системы ПФК, в которых выделение границ яркостных перепадов осуществляется передающими ТВ трубками, и в частности видиконами, малоэффективны. К типичным недостаткам передающих ТВ трубок относятся уменьшение уровня сигнала (а значит, и отношения сигнал/шум), вертикальных яркостных перепадов и малопротяженных деталей изображения, существенная неравномерность выходного сигнала, вызываемая измерением эффективной плотности тока луча в процессе отклонения, и т. д.

Формирование анизотропной апертуры требует применения специальных высокоточных многополюсных электромагнитных линз, размещаемых на видиконе. Они потребляют значительную энергию, существенно влияют на отклоняющее поле, внося дополнительные искажения в выходной сигнал.

В системах фильтрации контуров оптических объектов следует предпочесть безлучевые оптоэлектронные преобразователи и, в частности интегральные координатные фотоприемные матрицы (ИКФПМ) [4, 5], которые, в отличие от видиконов, практически безынерционны, обладают значительным размахом выходного сигнала (достигающего нескольких сотен мВ), а значит, и высоким отношением сигнал/шум на выходе. Кроме того, в силу единого технологического цикла изготовления всех фоточеек матрицы разброс их параметров сведен к минимуму, а наличие шины дозирования заряда в некоторых образцах отечественных ИКФПМ (например, МФ-14В) позволяет практически полностью скомпенсировать неравномер-

ность выходного сигнала со всей рабочей поверхности фотоматрицы.

В отличие от широко распространенных в телевидении оптоэлектронных преобразователей (видикон, ПЗС), в которых использован последовательный принцип сканирования фоточувствительной поверхности, ИКФПМ благодаря координатной структуре позволяют организовать доступ к произвольной фоточувствительной ячейке и даже к нескольким фотоячейкам одновременно. Фрагмент структуры ИКФПМ представлен на рис. 1.

С помощью строчных шин 2 все фотоячейки 1 каждой строки объединяются по цепям управления, а столбцовыми шинами 3 в каждом столбце — по выходным цепям. Таким образом, если ИКФПМ имеет  $M$  строк, в каждой из которых содержится  $N$  фотоячеек, количество строчных и столбцовых шин также соответствует  $M$  и  $N$ . При подаче управляющего сигнала на  $i$ -ю строчку открываются фоточувствительные ячейки этой строки и одновременно на нагрузках всех столбцовых шин появляются сигналы, пропорциональные освещенностям коммутируемых фотоячеек. Если коммутирующий сигнал подан одновременно на несколько строчных шин (например,  $\theta$ ), на нагрузках выходных шин появится суммарный сигнал, пропорциональный освещенности  $\theta$  одновременно коммутируемых фотоячеек в пределах каждого столбца.

Таким образом, выбрав требуемый алгоритм управления строчными шинами матрицы и обрабатывая сигналы с нескольких смежных столбцовых шин (например,  $\mu$ ), можно реализовать пространственную фильтрацию изображений. В этом есть определенная аналогия с работой известных систем с анизотропной апертурой развертывающего пучка. Группу одновременно сканируемых фотоячеек (совместно со схемами обработки сигналов) можно рассматривать как элементарный фильтр пространственных частот (ЭФПЧ). На рис. 1 пред-

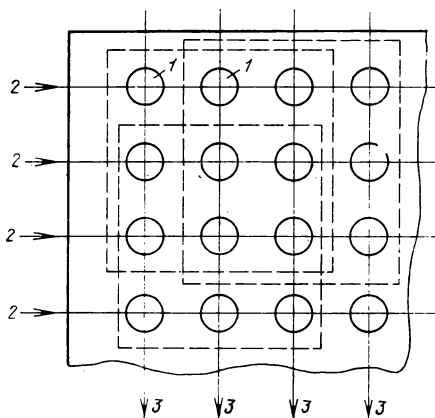


Рис. 1. Фрагмент структуры фотоприемной матрицы: 1 — фоточувствительные ячейки; 2 — строчные шины; 3 — столбцовые шины

ставлены возможные формы апертуры, объединенных в группу ЭФПЧ (пунктирные линии). Задача выделения полных контуров сводится к созданию последовательным сканированием взаимоперекрывающихся зон ЭФПЧ, количество которых будет определяться соотношением  $S = [M - (\mu - 1)] [N - (Z - 1)]$ , где  $M$  и  $N$  — соответственно количество строк и столбцов ИКФПМ;  $\mu$  и  $\theta$  — количество фотоячеек по горизонтали и вертикали, причем должно выполняться условие:  $\mu \geq 2$ ;  $\theta \geq 2$ . Для большинства отечественных ИКФПМ  $M = N = Z$ , поэтому при  $\mu = Z = \eta$ , количество зон  $S = [Z - (\eta - 1)]^2$ .

Применение ИКФПМ позволяет объединить на одном кристалле решетки фоточувствительные ячейки и схемы обработки оптической информации по контурам, причем выделение полных контуров осуществляется значительно быстрее, чем в системах с последовательным принципом разложения изображения. Так для ИКФПМ, содержащей  $Z \times Z$  элементов, время обработки сокращается в  $Z$  раз в сравнении с системами последовательного действия.

Следует, однако, отметить и определенные трудности, препятствующие широкому применению ИКФПМ в системах пространственной фильтрации контуров. Это прежде всего их невысокая разрешающая способность, если ее сравнивать с соответствующими параметрами видиконов и ПЗС (максимальное количество фоточувствительных ячеек составляет  $64 \times 64$  у отечественной ИКФПМ МФ-22). Другой недостаток одновременно-последовательного принципа разложения изображения — невозможность непосредственной визуализации выходной информации на экране ВКУ. Однако эти недостатки ИКФПМ не принципиальны и могут быть устранены. Так, в [6] сообщается об использовании фирмой Hitachi МОП фотодиодной матрицы  $384 \times 485$  элементов, к тому же в процессе совершенствования технологии можно ожидать появления матриц с еще большим разрешением, в перспективе отвечающих требованиям вещательного ТВ стандарта.

Рассмотрим процесс визуализации полных контуров на экране ВКУ при использовании с этой целью ИКФПМ. Пусть фотоматрица содержит решетку их  $Z \times Z$  фоточувствительных ячеек. Если количество фотоячеек, входящих в ЭФПЧ,  $\eta \times \eta$ , то общее количество одновременных выходов системы составит  $S' = Z + 1 - \eta$ . Сканирование фоточувствительной поверхности матрицы осуществляется последовательной коммутацией групп из  $\eta$  строчных шин (например, при  $\eta = 3$  коммутация строк происходит в последовательности 1, 2, 3; 2, 3, 4; 3, 4, 5 и т. д.), при этом количество коммутаций также равно  $S'$ . Коммутацией строк матрицы в конце строчного гасящего импульса и одновременной записью выходных сигналов ЭФПЧ

в  $S'$  = входовой параллельно-последовательный буферный регистр с последующим их считыванием из регистра в интервале активной части строки удастся осуществить отображение информации о полных контурах на экране ВКУ. Если информация с выходов ЭФПЧ представляется в двухградационной (цифровой) форме, в качестве регистра используется цифровое параллельное ЗУ соответствующей емкости.

Однако на этом задачу сопряжения системы ПФК с ВКУ нельзя считать полностью решенной, так как количество строк в растре ВКУ не совпадает с количеством строк разложения матрицы. Единственно возможное решение заключается в  $K$ -кратном воспроизведении на экране ВКУ каждой строки матрицы, причем коэффициент кратности стандартов  $K$  определится через отношение числа строк ТВ растра к числу коммутаций  $S'$ . Если принять, что число строк ВКУ соответствует полю ТВ стандарта (312,5 строки) и используется фотоматрица МФ-22 с числом элементов  $64 \times 64$ , то  $K \approx 5$ . Схема одной из возможных реализаций сопряжения ИКФПМ системы фильтрации контуров изображений с ВКУ приведена на рис. 2.

В интервале кадрового гасящего импульса  $T_{кги}$  последовательно производится  $S'$  коммутаций рабочей поверхности фотоматрицы группами из  $\eta$  строк. При этом в процессе каждой коммутации параллельная информация с выходов ЭФПЧ, представленная в двухградационной форме, одновременно записывается в  $S'$  ячеек буферного ЗУ 1, а затем в последовательной форме переписывается в ЗУ на кадр 2. В течение  $S'$  коммутаций, происходящих в интервале КГИ, в ЗУ на кадр осуществляется запись полной информации о контурах оптических

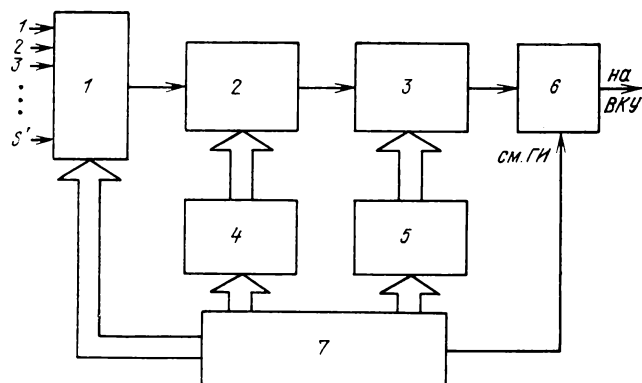


Рис. 2. Функциональная схема сопряжения ИКФПМ с ВКУ:

1 — блок параллельного  $S'$ -входного буферного ЗУ; 2 — последовательное ЗУ на кадр емкостью  $S' \times S'$  бит; 3 — последовательное ЗУ на строку емкостью  $S'$  бит; 4 — схемы обрамления ЗУ на кадр; 5 — схемы обрамления ЗУ на строку; 6 — блок формирования полного видеосигнала; 7 — синхрогенератор

объектов. Емкость ЗУ на кадр при этом должна составлять  $S' \times S'$  бит.

В активной части кадра производится перезапись сигналов каждой строки в ЗУ на строку емкостью  $S'$  бит с последующим неразрушающим считыванием сигнала в интервале  $K$ -строк. Такой режим работы ЗУ обеспечивается формированием специальных сигналов управления циклами записи — считывания. Выходной сигнал с ЗУ поступает в блок формирования полного видеосигнала, откуда снимается на ВКУ. В схемы обрамления 4 и 5 ЗУ на кадр и строку входят генераторы адресных сигналов, формирователи разрешающего сигнала, схемы управления циклами записи и считывания, схемы выбора кристалла и т. д. [7]. Синхрогенератор 7 помимо специфических ТВ управляющих импульсов (КГИ, СГИ, СмГИ) формирует и все необходимые для управления работой буферного ЗУ 1, ЗУ на строку 3 последовательности импульсов.

ИКФПМ, как и другие твердотельные датчики изображения, имеют жесткий геометрический растр, поэтому с целью исключения геометрических искажений в воспроизводимом изображении необходимо дополнительное согласование формата кадра ВКУ с форматом кадра матрицы.

Нами был реализован ряд макетов систем одновременно-последовательной фильтрации контуров с выводом информации на ВКУ. В этих макетах применены отечественные ИКФПМ с различным разрешением: МФ-16Б с числом элементов различно  $16 \times 16$ ; МФ-14В —  $32 \times 32$  (в этой матрице обеспечено дозирование заряда фотоячеек); МФ-22 —  $64 \times 64$ . Одна из схем согласования детектора контуров на фотоматрице МФ-22 с ТВ стандартом представлена на рис. 3. В ней использованы микросхемы К565РУ1А (M1); 133ЛАЗ (M2, M5); 133ТМ2 (M3); К527РУ1 (M4) и элементы КТ355А (VT1—VT4); КТ315В (VT5—VT8); Д8 (VD1, VD2). На этой схеме не указаны генераторы сигналов адресации, по своей структуре они являются триггерными двоичными  $Q =$  разрядными счетчиками, причем  $Q$  определяет количество адресов, используемых ЗУ. Устройства обработки информации по контурам (на схеме не приведены) обеспечивают представление выходной информации в цифровой форме, что в целом увеличивает помехозащищенность системы. Необходимый коэффициент кратности стандартов  $K$  и емкость ЗУ на кадр определялись разрешением фотоматрицы и числом ячеек в ЭФПЧ. В реализованном устройстве  $\eta \times \eta = 2 \times 2$ , поэтому емкость ЗУ на кадр не менее  $63 \times 63$  бит. В качестве ЗУ на кадр используется интегральное оперативное ЗУ динамического типа К565РУ1А емкостью 4 Кбит (микросхема M1).

Формирователь разрешающего сигнала, обеспечивающий выходные импульсы размахом 12 В с длительностью фронтов 20—25 нс и имеющий повышенную нагрузочную способность, реализован



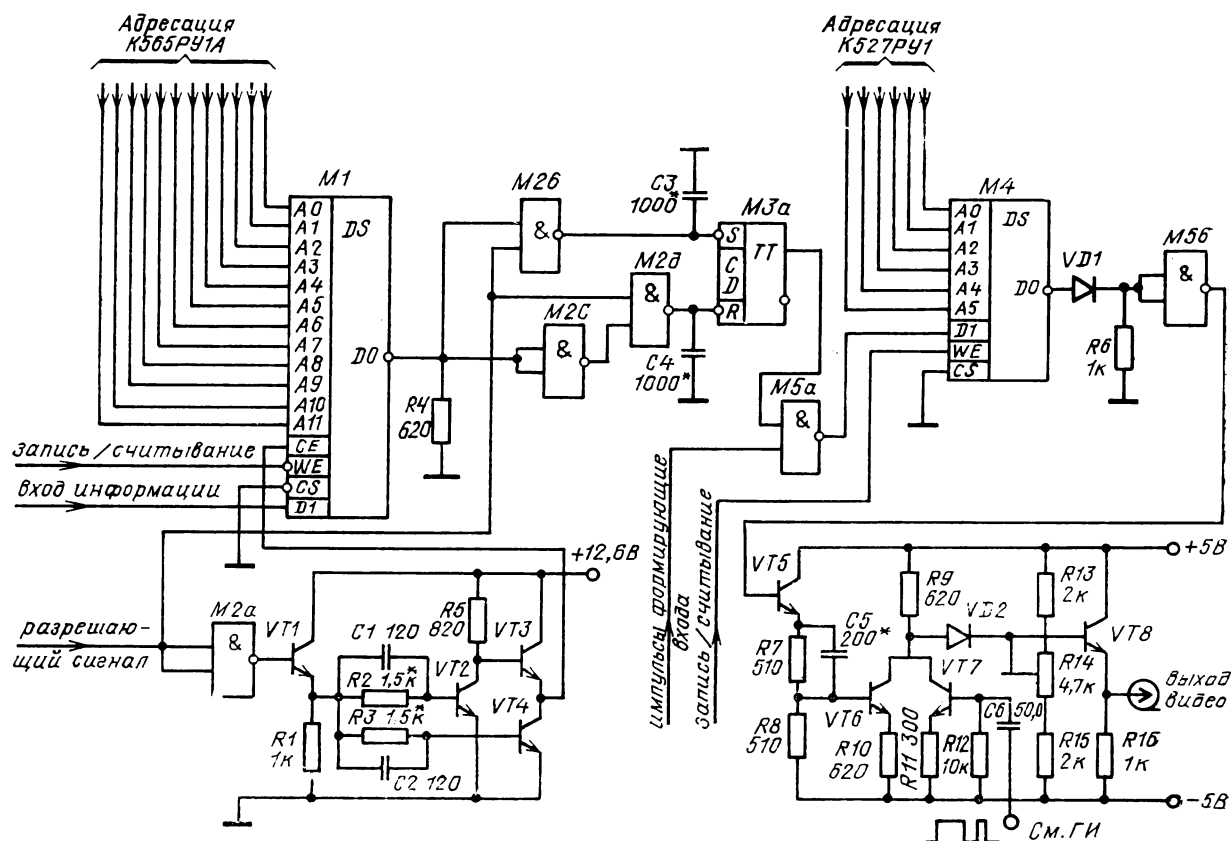


Рис. 3. Схема согласования детектора контуров с ТВ стандартом

на транзисторах  $VT1$ — $VT4$ . Схема на элементах  $M2b$ — $M2d$  и триггере  $M3a$  преобразует протрабированный разрешающими импульсами выходной сигнал  $M1$  в непрерывный.

В качестве ЗУ на строку используется интегральное оперативное ЗУ статистического типа К527РУ1 емкостью 64 бит (микросхема  $M4$ ). Запись и четырехкратное неразрушающее считывание информации каждой строки обеспечивает сигнал записи — считывания ( $WE$ ) специальной формы. Формирование входного сигнала ( $DI$ ) осуществляется элементом  $M5a$ . На транзисторах  $VT5$ — $VT8$  выполнено устройство формирования полного видеосигнала (здесь в выходной сигнал ЗУ на строку замещаются гасящие импульсы и ограничиваются до необходимого размаха), с выхода которого сигнал снимается на ВКУ.

Форма основных сигналов управления устройством сопряжения стандартов приведена на временных диаграммах рис. 4. Сигнал адресации ЗУ на кадр ( $U_A$ ) сформирован с учетом требуемого коэффициента кратности  $K=5$  и представляет: в пределах КГИ импульсные пакеты в 63 строках по 63 импульса в пакете; в активной части кадра — импульсные пакеты по 63 импульса в каждой чет-

вертой строке. Передние фронты импульсов в разрешающем сигнале задержаны относительно сигнала адресации на 100 нс ( $U_B$ ) при совпадении задних фронтов, причем полярность и структура обоих сигналов совпадают. Импульсы начальной установки адресации ЗУ на кадр формируются из переднего и заднего фронтов КГИ ( $U_C$ ), а управляющий сигнал записи — считывания ( $WE$ ) представляет КГИ отрицательной полярности ( $U_D$ ).

Сигнал адресации ( $U_E$ ) и импульсы формирования входа ( $U_F$ ) ЗУ на строку присутствуют в активной части кадра и представляют собой импульсные пакеты из 63 импульсов в 252 активных строках, причем передний фронт импульсов формирования входа задержан относительно сигнала адресации на 200 нс (задние фронты сигналов совпадают). Форма сигнала записи — считывание ( $U_G$ ) ЗУ на строку обеспечивает четырехкратное предъявление каждой строки на экране ВКУ.

Подобная реализация систем одновременно-последовательной фильтрации контуров с визуализацией на ВКУ, как отмечалось выше, предполагает представление информации о контурах в цифровой форме и может быть использована лишь при анализе сильноконтрастных изображений с малым чис-

Рис. 4. Форма основных сигналов управления

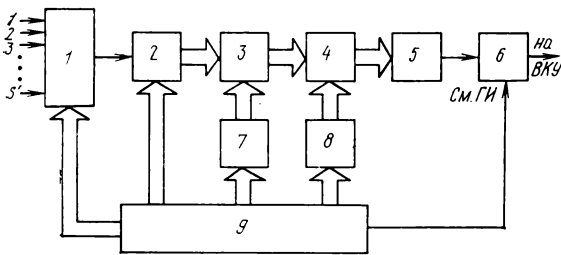
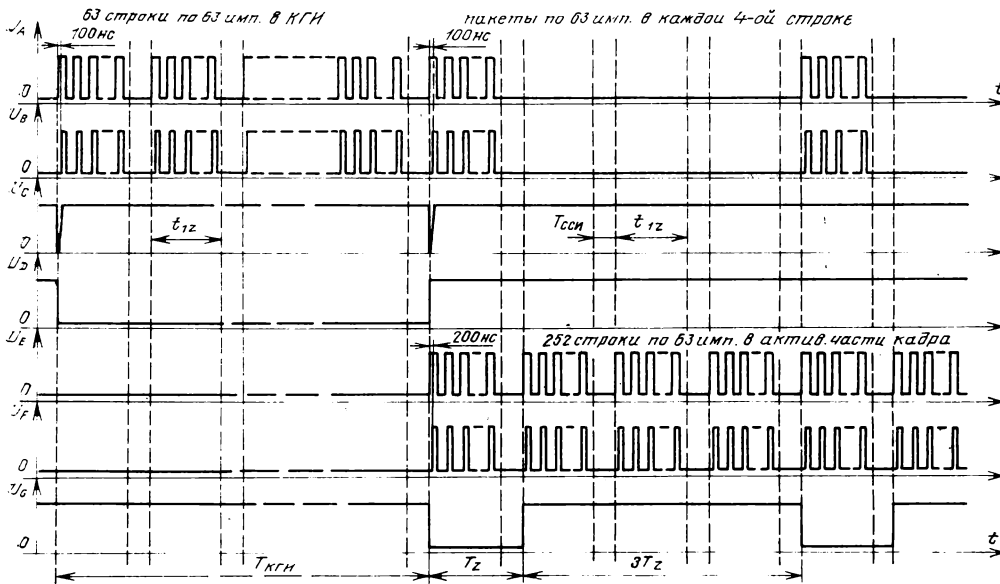


Рис. 5. Схема сопряжения системы аналоговой обработки с ВКУ

1 — блок параллельного  $S'$ -входного аналогового буферного ЗУ; 2 — аналого-цифровой преобразователь (АЦП); 3 — последовательное ЗУ на кадр емкостью  $S' \times S'$   $J$ -разрядных слов; 4 — последовательное ЗУ на строку емкостью  $S'$   $J$ -разрядных слов; 5 — цифроаналоговый преобразователь (ЦАП); 6 — блок формирования полного видеосигнала; 7 — схемы обрамления ЗУ на кадр; 8 — схемы обрамления ЗУ на строку; 9 — синхронизатор

лом градаций яркости. Для большинства реальных объектов информация о контурах может быть представлена лишь в аналоговой форме. Поэтому необходимо предварительно с помощью аналого-цифрового преобразования представить выходную аналоговую информацию с детектора контуров цифровым  $J$ -разрядным кодом, при этом каждой кодовой комбинации будет соответствовать строго определенное значение яркости (для отображения 64 градаций яркости  $J=6$ ). В дальнейшем сопряжение системы с ТВ стандартом происходит следующим образом. В интервале КГИ осуществляется запись о полных контурах в  $J$ -разрядное последовательное ЗУ на кадр. В активной части кадра осуществляется последовательная перезапись сигнала

лов каждой строки в  $J$ -разрядное ЗУ с последующим  $K$ -кратным считыванием без разрушения информации. Выходной  $J$ -разрядный код ЗУ на строку приводится цифро-аналоговым преобразователем к аналоговой форме и подается на ВКУ.

Функциональная схема возможного варианта сопряжения системы аналоговой обработки информации по контурам с ВКУ приведена на рис. 5.

Это схемное решение позволяет использовать ИКФП одновременно-последовательного типа в передающих камерах вещательного телевидения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик С. Л., Кац Б. М. Электронно-лучевые трубки в системах обработки информации. — М.: Энергия, 1977.
2. Байкин И. А. Пространственная фильтрация изображений путем одновременной развертки апертурами различного размера и формы. — *Вопр. радиоэлектроники, сер. Техника телевидения*, 1969, вып. 4.
3. Ананьин А. В., Грязнова Т. С., Сتيнов М. Н. Телевизионный детектор контуров. — *Техника кино и телевидения*, 1981, № 9, с. 40—43.
4. Полупроводниковые формирователи сигналов изображения/Под ред. Р. А. Сурица. — М.: Мир, 1979.
5. Кругликов С. В. Интегральные фоточувствительные координатные матрицы (по материалам зарубежных патентов за 1967—1977 гг.). — М.: ЦНИИ«Электроника», 1978.
6. Nagahara S. J. — *Inst. Telev. Eng. Japan*, 1980, 34, N 12, 1981, 35, N 3.
7. Андреев В. П., Баранов В. В., Беккин Н. В. Полупроводниковые запоминающие устройства и их применение. — М.: Энергия, 1981.

Хабаровский филиал Новосибирского электротехнического института связи

# Влияние маски экрана кинескопа на качество цветного изображения

З. Ю. Готра, С. И. Рыхлинская

Одной из проблем улучшения качества воспроизводимого цветного изображения является модернизация конструкции кинескопа за счет разработки и внедрения новой геометрии экрана и маски. Необходимо определить взаимосвязь ряда конструктивных параметров маски кинескопа с углами отклонения  $90^\circ$  и  $110^\circ$  и параметров люминофорного экрана, состоящего из периодически расположенных цветных триад, образованных люминофорными элементами красного, зеленого и синего цветов свечения.

Форма поверхности и шаг отверстий теневой маски определяются условиями получения требуемой структуры люминофорных элементов на экране кинескопа и служат исходными данными при расчете ее конструктивных параметров. К структуре люминофорного экрана предъявляются требования равномерной упаковки люминофорных полос по полю экрана для увеличения коэффициента заполнения экрана люминофорными элементами и лучшего использования площади поверхности экрана. Такая структура обеспечивает наибольшую величину охранной зоны, улучшает условия цветопередачи и яркость изображения.

Задавая форму поверхности экрана, межэлектродные расстояния, шаг и ширину люминофорных полос, а также тип отклоняющей системы, можно найти координаты центров отверстий маски, в которых должны сходиться все три электронных пучка для получения требуемой структуры трехцветного экрана и надежного цветоделения. Геометрическое место таких точек в пространстве относительно центров отклонения электронных пучков определяет форму и местоположение цветоделительной маски.

Учитывая, что в кинескопе используется компланарная электронно-оптическая система и экран имеет штриховую люминофорную структуру, форма поверхности теневой маски рассчитывается в одномерном приближении, упрощает вычисления.

При сферической поверхности и прямолинейных траекториях электронных лучей для равномерной упаковки люминофорных полос по полю экрана ( $d_{\pi} = \text{const}$ ) координаты точек, в которых сходятся электронные пучки 1, 2 и 3 (рис. 1) при отклонении на угол  $\beta$  ( $M$  — точка сведения электронных пучков), определяются следующими выражениями:

$$x_B = \frac{S y_B}{y_B - (x_B - S) \operatorname{ctg} \beta}; \quad y_B = \frac{x}{\operatorname{tg} \beta},$$

где  $x_B, y_B$  — координаты следа электронного пучка 3 на экране кинескопа;  $x_B = x_{O_1} - \frac{d_{\pi}}{R_3} \sqrt{R_3^2 - x_{O_1}^2}$ ;  $y_B = \frac{x_{O_1} d_{\pi}}{R_3} + y_{O_1}$ ;  $x_{O_1}, y_{O_1}$  — координаты следа электронного пучка 1 на экране кинескопа;

$$x_{O_1} = (H + g_0 - R_3) [\sin^2 \beta \cos^2 \beta + \sin^2 \beta \times \\ \times \sqrt{\cos^2 \beta (R_3 - H - g_0)^2 + (H + g_0)(2R_3 - H - g_0)}], \\ y_{O_1} = x_{O_1}^2 / \operatorname{tg} \beta.$$

Аппроксимируя сферическую поверхность экрана кусочно-линейной функцией, задаваемой касательными плоскостями к сфере в характеризуемых точках, найдем величину  $l_M$ , представляющую собой стрелу прогиба маски:

$$l_M = H - y_M = H - \\ - \frac{S d_{\pi}}{d_{\pi} \operatorname{tg} \beta - R_3 +} \\ + \frac{S + d_{\pi} \sqrt{R_3^2 + \sin^2 \beta (A - 2B) + 2B \sin \beta \operatorname{tg} \beta \sqrt{A + B}}}{\sin \beta \sqrt{A + B} - B \operatorname{tg} \beta}$$

Здесь  $A = (H + g_0)(2R_3 - H - g_0)$ ,  $B = \cos^2 \beta (R_3 - H - g_0)$ .

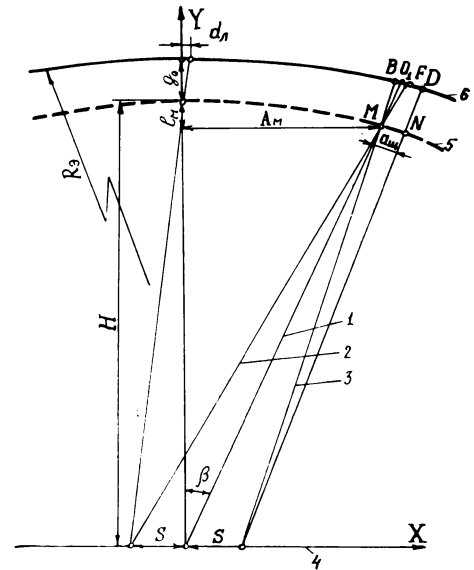


Рис. 1. Кривизна теневой маски кинескопа:

1, 2, 3 — электронные лучи; 4 — плоскость отклонения электронных пучков; 5 — маска; 6 — экран;  $R_3, g_0, H, S$  — основные геометрические размеры кинескопа;  $a_{\pi}$  — шаг отверстий маски;  $l_M$  — стрела прогиба маски;  $A_M$  — расстояние от точки  $M$  до оси кинескопа;  $d_{\pi}$  — расстояние между соседними структурными элементами люминофорного экрана

Радиус кривизны маски определяется стрелой прогиба в характеризуемой точке маски

$$R_M = (x^2 + l_M^2) / 2l_M.$$

При расчете радиуса кривизны маски необходимо также учитывать продольное и поперечное смещения центров отклонения электронных пучков, уменьшая расстояние «центр отклонения — маска» на величину продольного смещения в соответствии с изменением угла отклонения  $\beta$  и синхронно увеличивая эксцентриситет электронных пучков.

Стрела прогиба является функцией угла отклонения электронных пучков, а радиус кривизны маски — величина переменная, поверхность маски имеет сложную асферическую форму. Расчетные зависимости радиуса кривизны маски, расстояния «маска — экран» и шага отверстий маски от угла отклонения приведены на рис. 2.

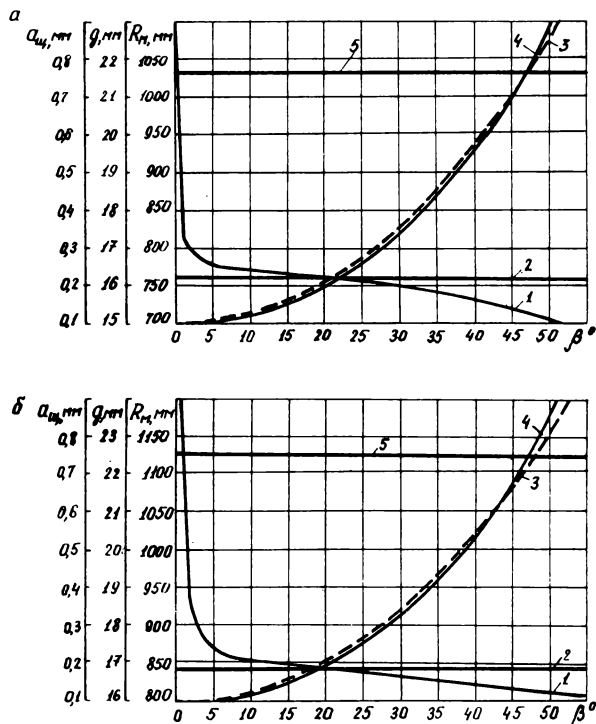


Рис. 2. Изменение радиуса кривизны маски (1,2), расстояния маска — экран (3,4) и шага отверстий маски (5) от центра маски до периферии для кинескопов 59ЛК3Ц (а) и 61ЛК1Ц (б).

Кривые 2, 3 соответствуют серийным образцам кинескопов

Конфигурации масок, полученные при расчетах, технологически трудно воспроизводимы, поэтому на практике, как правило, применяются простые сферические маски, при этом следует учитывать экспериментально найденные для различных значений расстояния «маска — экран» поправки. Такое решение ведет к неравномерной упаковке люминофорных полос, поскольку шаг щелей маски меняется в соответствии с расчетной кривой (см. рис. 2). Центральная часть экрана имеет равномерную структуру, на периферии триады деформированы. При увеличении расстояния «маска — экран» люминофорные полосы триады расходятся и перекрываются близлежащими, при уменьшении триады сжимаются, и люминофорные полосы

могут перекрываться. Допустимая величина перекрытия не должна превышать ширины охранной зоны.

Изменения, вносимые в конструктивные параметры маски, ведут к уменьшению охранной зоны, пропорциональному расстоянию от геометрического центра маски до ее периферии. Поэтому следует предусмотреть соответствующее увеличение ширины охранной зоны, уменьшение ширины щели или же увеличение шага отверстий маски с соответствующим изменением ее кривизны при переходе от центра к краю экрана. В первом случае наблюдается потеря яркости к краю экрана [1], во втором — снижение разрешающей способности [2]. Однако второй случай предпочтительнее, так как достигаемое абсолютное увеличение охранной зоны выше.

Вычисленные по приведенным формулам расстояния «маска — экран» для кинескопов со сферической маской и постоянным шагом отверстий отражены на рис. 2. Расчетные значения расстояний необходимо учитывать при выборе оптимальной формы поверхности цветоделительной маски, обращая также внимание на прочность экранного узла, дисторсию раstra, особенности динамического сведения пучков, плотность заполнения экрана люминофорными элементами, смещение центров отклонения, куполообразную деформацию маски в результате нагрева при бомбардировке электронами пучка [3] и т. п. Роль указанных факторов возрастает с увеличением максимального угла отклонения.

Дельтавидное расположение пушек в кинескопе для теневой маски позволяет использовать простую конструкцию с симметрией и одним радиусом кривизны экрана для  $90^\circ$  — трубок и двойным — для  $110^\circ$ -трубок. В кинескопах с планарным расположением пушек требования к форме поверхности маски более жесткие, так как расстояние между лучами в центре отклонения меньше, чем у обычной трубки, а расстояние «маска — экран» по оси трубки больше, поэтому необходим более жесткий допуск на расстояние «маска — экран».

Основные выводы, сделанные по материалам рассмотренных здесь расчетов, были использованы в процессе проектирования и разработки новых цветных кинескопов, что позволило улучшить, в частности, яркость, однородность цветности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ангафоров А. П. Оконечные устройства приемников цветного телевидения. — М.: Связь, 1971.
2. Производство цветных кинескопов / Под ред. В. И. Барановского. — М.: Энергия, 1978.
3. Рыхлинская С. И. Исследование влияния кривизны маски на качество изображения масочных кинескопов для цветного телевидения. — В кн.: Качество электронно-лучевых приборов. — Киев: Наукова думка, 1977, с. 122—123.

Львовский политехнический институт

## «Запись» или «фиксация»? К вопросу о терминологии

Особенностями эпохи НТР являются, с одной стороны, возрастающее значение фундаментальных исследований, охватывающих сразу несколько наук, с другой — появление новых, быстро развивающихся областей науки и техники, отличающихся относительно узкой специализацией. Примером первой тенденции может служить успешная разработка общей теории информации, примером второй — бурный рост вычислительной техники на базе одного из направлений прикладной математики.

Существование этих тенденций самым непосредственным образом сказывается на терминологии, ибо первая способствует унификации терминов, а вторая — появлению в короткий отрезок времени многих новых терминов, не всегда приведенных в систему, часто иноязычных, а иногда и жаргонных.

Как обстоит дело с терминологией в кинематографии? В русле первой тенденции она попадает под действие общей теории информации, особенно таких ее разделов, связанных со многими отраслями науки и техники, как передача и обработка информации, запись, хранение и воспроизведение.

Наиболее распространенной и информативно емкой формой хранения информации, с древнейших времен известной человеку, является изображение, выполненное сначала вручную (рисунок, картина или гравюра). Почти 150 лет тому назад появляется фотография. Она и сегодня остается важнейшим средством получения и хранения информации и стала толчком к развитию нового направления информационной техники — кинотехники, впервые позволившей осуществить съемку движущегося изображения на киноленту, его воспроизведение и хранение. Развитие электроники привело к созданию телевидения. Но, передавая движущееся изображение на практически любые (вплоть до космических) расстояния, телевидение не имеет возможности хранить его в течение длительного времени. Проблема хранения ТВ изображения решается средствами кинотехники (съемка с экрана кинескопа), с помощью перевода ТВ сигнала в изображение (запись электронным или лазерным лучом), на основе непосредственной записи сигнала методами, близкими к тем, которые были разработаны для систем записи звука — механическая, фотографическая и магнитная запись видеосигнала. Еще одним способом хранения изображений, к тому же изображений объемных, хотя пока и неподвижных, стала голография. В перспективе — голографическая запись и воспроизведение движущихся изображений. Наконец, принципиально новым направлением информационной изобразительной техники стал синтез изображений — неподвижных и движущихся — с помощью ЭВМ.

Этот краткий экскурс в историю техники передачи информации в виде неподвижных и движущихся изображений понадобился, чтобы нагляднее представить место кинематографии в ряду других форм информационной изобразительной техники и подчеркнуть, что кинематография

«плотно» входит в этот ряд и подчиняется общим законам теории информации.

Именно это и позволяет на основе общей теории информации разработать теорию кинематографических систем, теорию записи и воспроизведения изображений кинематографическим способом (о необходимости такой теории и первых шагах к ее созданию уже было сказано в рецензии на книгу О. Ф. Гребенникова «Основы записи и воспроизведения изображений» (ТКиТ, 1977, № 9).

\* В предыдущем абзаце использовано словосочетание «запись и воспроизведение изображений», но возникает вопрос: правильно ли говорить: «запись изображений»? Казалось бы, этот термин уже давно вошел в жизнь — встречается в названии книги О. Ф. Гребенникова и курса лекций, который он читает в ЛИКИ. Еще в 1972 г. вышел составленный В. И. Ушагиной сборник «Современные системы записи и воспроизведения изображений», статьи которого были посвящены не только проблемам записи видеосигнала, но и проблемам кинематографии и фотографии. В то же время во всех книгах известного ученого Е. М. Голдовского использован термин «фиксация изображения». Его применял ранее и О. Ф. Гребенников (например, в книге «Киносъёмочная аппаратура», 1971). Может быть, подобное употребление слова — из тех, что отмечают в словарях пометой «устарело»? К сожалению, нет. Термин «фиксация» встречается в вышедшей всего два года назад книге А. М. Мелик-Степаняна и С. М. Проворнова «Детали и механизмы киноаппаратуры». Кроме «фиксации изображения» применяется еще и «консервация».

Этими тремя вариантами дело не ограничивается. Для изображения на киноленте (подчеркнем — позитивного изображения) используется и термин «снятое изображение» (например: «При проекции снятое изображение воспроизводится на экране»), стало быть, процесс, в результате которого оно образуется, должен называться не «фиксация» или «запись», а «съёмка». Но и это еще не все. Существует такая важная область записи информации в виде изображения, как высокоскоростная кинематография. Здесь в обиходе термин «регистрация». И не только в обиходе, но и утвержден законодательно: с 1982 г. действует ГОСТ 24449—80 «Регистрация фотографическая высокоскоростная. Термины и определения».

Итак, пять названий одного и того же процесса. Может быть, это и не страшно: пусть к киносъёмке обычной относится «фиксация», к высокоскоростной — «регистрация», к магнитному и термопластическому методам — «запись»... Так и было раньше. И все было в порядке, пока эти термины относились к самостоятельным «епархиям». Сейчас положение изменилось. Границы «епархий» все чаще нарушаются. Появилась, скажем, кинотелевизионная техника, в которой в полном соответствии с существующей

терминологией есть и «фиксация» и «запись», а если присоединить ТВ канал к высокоскоростной съемочной камере, то будет и «регистрация». Это обилие терминов одного и того же содержания само по себе нетерпимо, особенно тогда, когда надо привести все частные теории в общую систему. Поэтому начать следует с унификации терминов, и прежде всего основополагающих.

Одним из них и должен быть термин, определяющий процесс последовательных преобразований, в ходе которых изобразительная информация вводится в носитель и принимает форму, позволяющую ее хранить и воспроизводить. Если оставить пока в стороне термин «съемка», то из четырех остальных единственно правильным будет «запись». И прежде всего потому, что слово это русское, а не латинского происхождения. Может быть, кто-то отдает предпочтение «фиксации» из-за более научного ее звучания, но если быть последовательным, то и «воспроизведение» нужно заменить «репродукцией». Исходным при построении системы терминологии все-таки должен быть принцип, по которому при прочих равных условиях термин на родном языке имеет преимущество перед иноязычным.

В нашем случае и «прочие условия» не равные, а прямо свидетельствующие в пользу «записи». Можно сослаться на уже сложившуюся практику — примеры были приведены (название курса в ЛИКИ, название сборника). Напомним, что «запись изображения» применительно к кинематографии встречается уже и в нормативных документах по терминологии (см. например, ОСТ 19-59—76 «Кинофильмы. Фильмовые материалы...», определение термина «Оригинальный фильмовый материал»). Но самый серьезный довод — ГОСТ 13699—80 «Запись и воспроизведение информации», введенный в действие с 1 января 1982 г. и по закону обязательный для всех. Кинематография — система информационная, значит, для нее обязательен ГОСТ, устанавливающий термины записи и воспроизведения информации.

Чтобы снять всякие сомнения, обратимся к последнему изданию Большой Советской Энциклопедии (т. 9): «Запись и воспроизведение информации — процессы, посредством которых информация вносится и сохраняется в некотором физическом теле с целью ее последующего получения (воспроизведения)». Далее в этой статье перечисляются методы записи и воспроизведения информации, в том числе — и кинематография и фотография. Казалось бы, полная ясность. Однако ГОСТ 13699—80 не охватил методы записи и воспроизведения в том объеме, который определен в статье БСЭ.

ГОСТ исключает распространение установленных им терминов на запись информации (здесь как раз подходит слово «регистрация») с помощью самопишущих приборов, сигналограммы которых рассчитаны на визуальное изучение, т. е. не воспроизводятся. Это понятно и вполне оправданно. Но в ГОСТ почему-то не включены также «области записи при помощи устройств, в которых отсутствует относительное движение носителя при записи или сигналограммы при воспроизведении». Признаться, исключение из ГОСТа с таким общим названием целого класса устройств, специально предназначенных для записи и воспроизведения информации, выглядит несколько странно. По-видимому, было бы правильнее или дать в таком ГОСТе лишь основные понятия, охватывающие все методы записи и воспроизведения информации, в том числе и на неподвижный носитель, а для остальных методов выпустить самостоятельные нормативные документы или уж включить в этот ГОСТ все области записи информации.

В исключение, установленное ГОСТом, входит фотография. Это, вероятно, и дало повод для появления термина «регистрация» в более позднем ГОСТе

24449—80, хотя очень многие методы высокоскоростной съемки как раз и основаны на относительном движении носителя.

Но кинематография в это исключение определение никак не попадает, несмотря на то, что в момент экспонирования у большинства кинематографических систем «относительное движение носителя» отсутствует. Во-первых, все-таки существуют системы, в которых носитель (киноплёнка) движется и в момент экспонирования (например, системы с оптической компенсацией), во-вторых, — и это самое главное — цель кинематографии — вовсе не запись и воспроизведение информации о состоянии объекта в определенный момент с помощью передачи распределения его яркостей в пространстве (это цель фотографии), а запись и воспроизведение информации об изменении состояния объекта с помощью передачи изменения распределения его яркостей в пространстве и во времени. Необходимое условие для осуществления этой цели — движение носителя относительно оптической системы, преобразующей распределение яркостей объекта в распределение освещенностей на негативной киноплёнке. Покадровое же экспонирование — это способ передачи изменений состояния путем дискретизации. ГОСТ 13699—80 дискретизацию не исключает (в нем даны термины, относящиеся к цифровой магнитной записи), значит, кинематография, как система фотографической записи и воспроизведения движущегося изображения полностью попадает под действие основных понятий ГОСТа 13699—80. Окончательный итог всех этих рассуждений — только «запись», а не «фиксация» или «консервация» и тем более не «регистрация», должна применяться как основополагающий термин в теории кинематографических систем.

Здесь совсем не случайна оговорка о теории. Действительно, термин «запись», согласно ГОСТу 13699—80, — это «процесс преобразования сигналов», охватывающий все этапы до приведения носителя записи в такое состояние, в котором записанная информация может храниться и воспроизводиться, т. е. до превращения носителя в сигналограмму. Для кинематографии это означает, что термин «запись» охватывает все этапы до получения позитива изображения.

Что же касается первого этапа, включающего в себя преобразование исходного объекта (например, его дополнительное белое или спектрзональное освещение), выбор взаимного положения кинокамеры и объекта для обеспечения нужной степени информативности конечного движущегося изображения и покадровое или какое-то иное экспонирование на движущуюся негативную киноплёнку, то, может быть, именно его следует назвать «фиксацией»? Конечно, нет. Для этого есть проверенное временем слово «съемка», тем более что само оно и его производные уже широко вошли в терминологию («киносъемочная камера», «съемочный павильон», «съемка в ИК лучах», «комбинированная съемка» и т. п.). Слово «фиксация» непригодно для обозначения этого процесса еще и потому, что в нормативно установленную терминологию введен очень близкий термин «фиксирование» (ОСТ 19-59—76).

Здесь рассмотрены всего лишь два термина — «запись» и «съемка». Рассмотрены в качестве примера. Можно было бы взять и другие термины, суть не в этом. Главное — необходимость упорядочить терминологию кинотехнической науки для того, чтобы, во-первых, ее специалисты могли говорить на одном языке со специалистами других областей записи и воспроизведения информации, и, во-вторых, исключить разнобой в терминах самой кинотехники, приведя ее терминологию в стройную систему, прочно связанную с основными понятиями записи и воспроизведения информации.

Я. Л. Бутовский



УДК 621.397.6-182.3

## Аппаратура звукового сопровождения ПТС

Малокамерные передвижные ТВ станции отличаются высокой оперативностью и мобильностью. Развитию и совершенствованию мобильных ПТС в настоящее время уделяется самое серьезное внимание. Такие станции, в частности, предполагается использовать на ТВ корреспондентских пунктах.

Сформированная ТВ программа включает в себя сигналы звукового сопровождения, музыкальную фонограмму, комментарий, интервью и т. п. Основное звено в формировании сигналов звукового сопровождения — пульт звукорежиссера. Предлагаемый для малокамерных, мобильных ПТС пульт звукорежиссера разработан СКБ Кировоградского завода радиоизделий. Первый его образец установлен в опытной передвижной ТВ станции с магнитной видеозаписью ПТВС «Октава».

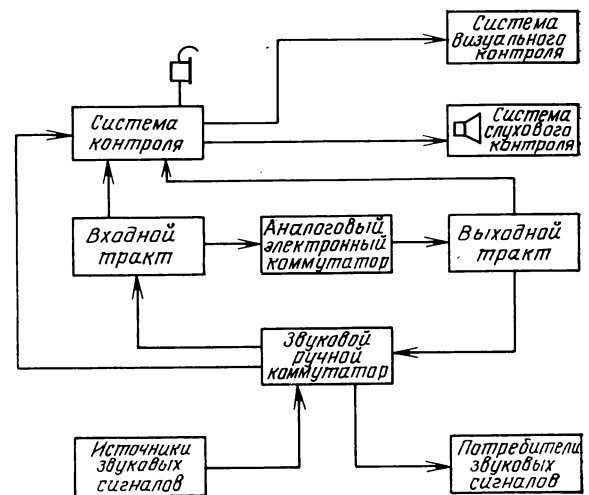
Пульт звукорежиссера — двухступенчатый, сохраняет все основные компоненты, технические характеристики и возможности аппаратуры III поколения высшего класса. Пульт состоит из восьми универсальных входных трактов и шести выходных трактов на 6 дБ или 15 дБ. Входные и выходные тракты конструктивно выполнены в виде двухканальных кассет и расположены в столешнице пульта.

В каждый входной тракт входят усилители, регуляторы уровня и устройства, корректирующие АЧХ проходящего звукового сигнала, а в каждый выходной тракт — усилители, ограничители и регуляторы уровня. Ручной звуковой коммутатор, расположенный в столешнице, дает возможность оперативно набрать источники звуковых сигналов на входные тракты, подключить любой из выходных трактов к внешней линии, магнитофону или видеомагнитофону. В пульт встроены генератор низкочастотных сигналов на семь фиксированных частот, матрица аналогового электронного коммутатора, собранного из однотипных блоков коммутации, индикаторы визуального контроля на газоразрядных трубках.

Механизм управления системой контроля размещен в едином устройстве, выполненном в виде кассеты. Система контроля имеет два независимых по управлению канала. Слуховой и визуальный контроль позволяет следить за прохождением зву-

кового сигнала в любом входном и выходном тракте до и после регулятора уровня, за выходами пульта, звуковыми сигналами с выходов внешних источников (магнитофона, видеомагнитофона и т. п.). Слуховой контроль обеспечивается звуковыми сигналами, выводимыми на головные динамические телефоны ТДС-1. Телефоны подключаются к гнездам на лицевой панели кассеты контроля. Контроль с помощью внешних акустических систем требует установки дополнительных мощных усилителей. Например, в ПТВС «Октава» используются внешние акустические системы типа 15АС-6, а два дополнительных мощных усилителя размещены в тумбе пульта.

В столешнице пульта находится также кассета громкоговорящей служебной связи (ГГС), формирующая сигналы управления и сигнализации на пять абонентов ГГС и две линии телефонной МБ связи. Микрофон ГГС установлен на лицевой панели кассеты связи, а громкоговоритель — в подлокотнике пульта звукорежиссера. Предусмотрена возможность прослушивания команд ГГС по одному из каналов головных динамических телефонов, подключенному в этом случае к гнезду, выведенно-



Структурная схема формирования звуковой программы и контроля в пульте звукорежиссера

му на лицевую панель кассеты связи. При этом сигнал команды на громкоговоритель связи не поступает. Телефон МБ размещен вне пульта в любом удобном для работы месте.

В тумбе пульта расположено устройство блоков питания. Питание пульта осуществляется от ста-

билизированной сети переменного тока напряжением  $220 \pm 11$  В частотой 50 Гц.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

Техника и методы телевизионного репортажа. Обзор дискуссии. — Техника кино и телевидения, 1981, № 9, с. 50—53.

А. В. Виноградов, С. П. Криворотова

Кировоградский завод радиоизделий

УДК 621.397.6:621.397.335].049.77

## Телевизионный синхронизатор

Более двух лет в составе моноклопного датчика МУР-403 центральной аппаратной Пермского радиотелецентра работает ТВ синхронизатор, полностью выполненный на микросхемах. Этот датчик разработан и изготовлен в производственной лаборатории радиотелецентра. Параметры вырабатываемых синхронизатором сигналов соответствуют ГОСТу 7845—72. Синхрогенератор собран на печатной плате, размеры которой  $180 \times 105$  мм. В составе синхрогенератора 25 микросхем 155-й серии, а также кварц, собственная частота колебаний которого 1312,5 кГц. Общая потребляемая мощность 2,5 Вт.

Синхронизатор вырабатывает кадровый КСИ и строчной ССИ синхронизирующие импульсы, 9 *H*-импульсы для формирования сигнала опознавания цвета, кадровый КГИ и полный гасящий импульсы, а также импульсы деленной на два частоты строк, сигналы синхронизации приемника ССП и ряд других вспомогательных импульсов. Эти импульсы (кроме 9 *H*-импульсов) подаются на разъем платы синхрогенератора в отрицательной полярности. Если необходимо, полярность 9 *H*-импульсов можно изменить, выводя на разъем сигналы с другого плеча триггера (элемент *D23* на рисунке).

В составе синхрогенератора кварцевый генератор, три делителя, соединенные последовательно, а также цепи формирования сигналов. Схема генератора представлена на рисунке.

Сигнал с частотой 1312,5 кГц кварцевого генератора (элементы *D1.4*, *D1.3*, *D1.1*) подается на делитель 1/42 (элементы *D2*, *D3*, *D4.1*, *D5*, *D6*, *D7*, *D8*, *D9.2*). На выходах сдвигающих регистров *D5*, *D6*, *D7*, *D8* формируются импульсы с частотой следования 31,250 кГц и длительностью 12,2 мкс. Импульсы на выходах регистров сдвинуты во времени на 0,76 мкс. В цепях формирования из этих импульсов формируется строчной сигнал синхронизации приемника и камеры, строчной гасящий импульс врезки и уравнивающие импульсы.

Передний фронт импульса строчной синхронизации для камеры определяется положением отвода на вход 9 элемента *D9.3*. На схеме он соединен с выходом 10 элемента *D6*. В этом случае передние фронты импульсов строчной синхронизации приемника и камеры совпадают. Для того чтобы получить опережение, отвод необходимо перенести на другие выходы элементов *D5*, *D6*. Если перенести его с 10 на 11 (элемент *D6*), получим опережение на 0,76 мкс; если на 12 — на 1,52 мкс и т. д.

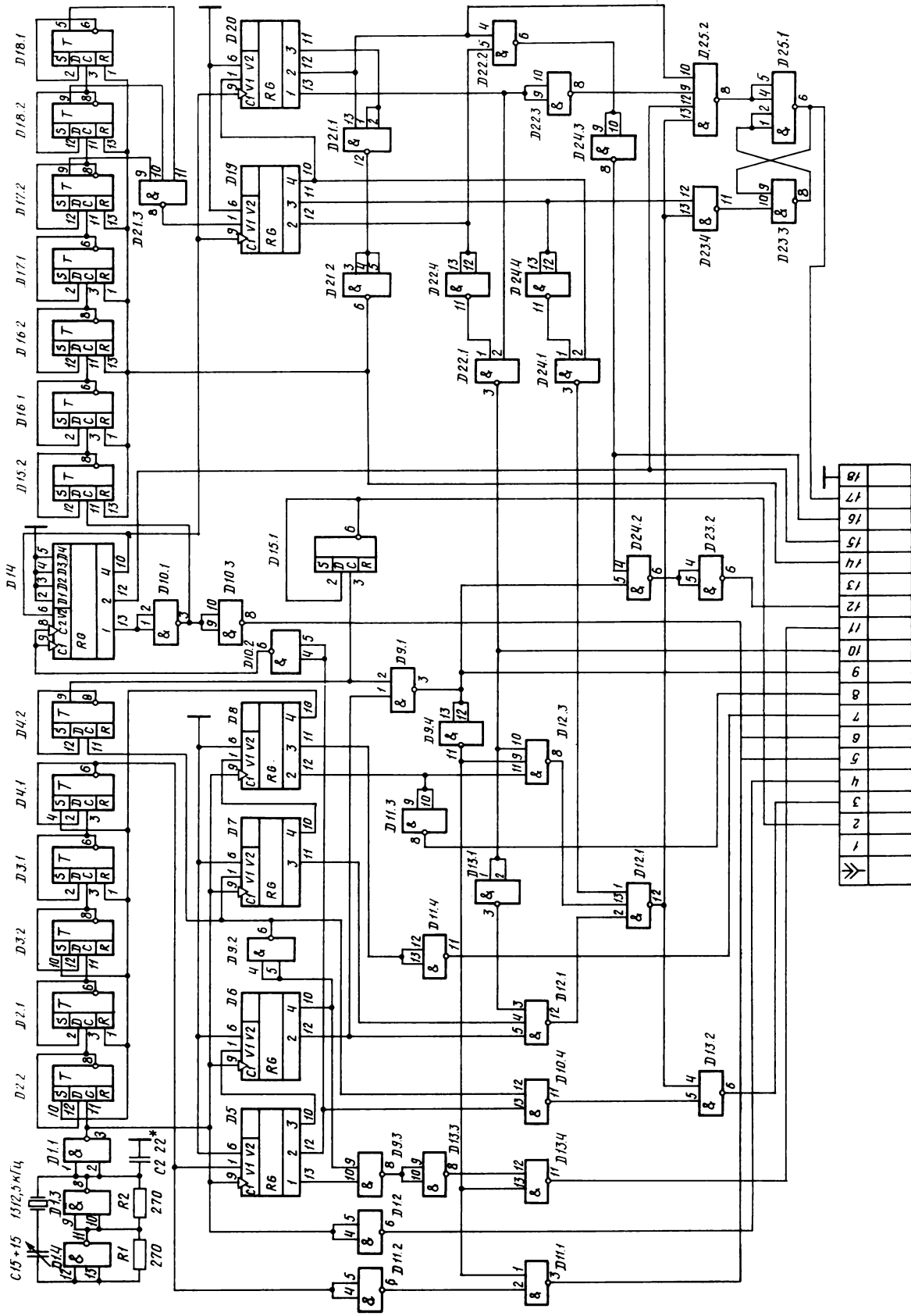
С целью формирования импульсов кадровой частоты удвоенная строчная частота подается на делитель, состоящий из двух последовательно соединенных делителей 1/5, 1/125. Делитель 1/5 собран на элементе *D14*. С него через инвертор *D10.1* импульсы 6250 Гц подаются на делитель 1/125 (элементы *D15.2*, *D16*, *D17*, *D18*, *D19*, *D20*, *D21*). На выходах сдвигающих регистров *D19*, *D20* формируются импульсы с частотой следования 50 Гц, длительностью 15 *H*, сдвинутые относительно друг друга на 2,5 *H*. Из этих сигналов формируются импульсы кадровой частоты.

Импульс 9 *H* формируется триггером, собранным на элементах *D23.3*, *D25.1*. Синхрогенератор вырабатывает также ряд вспомогательных импульсов, необходимых при формировании сигналов электронного занавеса и заставок. При правильно выполненном монтаже вся настройка синхрогенератора сводится к точной установке частоты кварцевого генератора и контрольной проверке выходных сигналов осциллографом.

В синхронизаторе использованы микросхемы: К1ТК552 (элементы *D2*, *D3*, *D4*, *D15*, *D16*, *D17*, *D18*); К155ИР1 (элементы *D5*, *D6*, *D7*, *D8*, *D14*, *D19*, *D20*); К1ЛБ554 (элементы *D12*, *D21*), а также К1ЛБ551 (элемент *D25*). Все остальные элементы синхрогенератора собраны на микросхемах К1ЛБ553.

В. Г. Бурылов

Пермский радиотелецентр



Телевизионный синхронизатор на микросхемах

УДК 621.397.61:681.772.7]:621.397.132

## Цветные ТВ камеры твердотельных формирователей сигналов изображения

Н. К. Миленин

Классификация современных ФСИ. За более чем 50 лет, прошедших с момента изобретения первой передающей телевизионной трубки — иконоскопа [1], сменилось несколько поколений формирователей сигналов изображения (ФСИ), т. е. преобразователей световой энергии в электрические сигналы. Уже давно не применяются иконоскопы и супериконоскопы. В цветном телевидении фотоэмиссионные передающие трубки — суперортиконы практически вытеснены более простыми и малогабаритными фотопроводящими трубками — плюмбиконами, сатиконами, косвиконами и т. п., которые в свою очередь непрерывно совершенствуются — уменьшаются габариты, повышаются стабильность и экономичность их работы, улучшается качество формируемого изображения и эксплуатационных характеристик. В последние годы интенсивно разрабатываются и исследуются полупроводниковые матричные ФСИ на основе фотодиодных (ФД) матриц, приборов с инжекцией зарядов, приборов с зарядной связью (ПЗС) с кадровым (КП) и строчно-кадровым (СКП) переносом зарядов [2], а также линейные (однострочные) полупроводниковые ФСИ.

На рис. 1 показана классификация современных ФСИ по виду используемого в них фотоэлектрического эффекта — внешнего и внутреннего.

Внешний фотоэффект проявляется в том, что под действием света происходит фотоэмиссия электронов из нанесенного на внутреннюю торцевую поверхность трубки фотокатода, например сурьмяно-цезиевого, т. е. электроны вылетают из фотокатода во внешнее пространство; фотокатоды накопительными свойствами не обладают.

Примером фотоэмиссионных трубок без накопления энергии могут служить фотоэлектронные умножители и диссекторы. В фотоэмиссионных трубках с накоплением энергии, например в суперортиконах и изоконах, для накопления энергии используется специальная тонкая (3—5 мкм) двусторонняя полупроводниковая мишень. С одной стороны мишени расположена секция электронного переноса изображения с фотокатода, а с другой — секция считывания электронным лучом.

При внутреннем фотоэффекте под действием света возникают свободные носители заряда в толще вещества, обладающего накопительными свойствами, например в фотопроводящей мишени или полупроводнике. В результате в фотопроводящих трубках изменяется внутреннее сопротивление различных участков мишени пропорционально падающему свету за время кадра, а в полупроводниковых ФСИ заряды определенного знака накапливаются в потенциальных ямах МОП-конденсаторов или p-n переходов.

Фотопроводящие передающие телевизионные трубки. В этих трубках фотопроводящий слой — мишень наносится на прозрачную проводящую пленку (сигнальную пластину), например из окислов олова или индия ( $\text{SnO}_2$  или  $\text{In}_2\text{O}_3$ ), которая предварительно напыляется на внутреннюю торцевую поверхность (планшайбу) стеклянной колбы. Такие разновидности фотопроводящих трубок, как видикон, плюмбикон, сатикон, кадмикон, нювикон и кремникон отличаются между собой в основном составом фотопроводящей

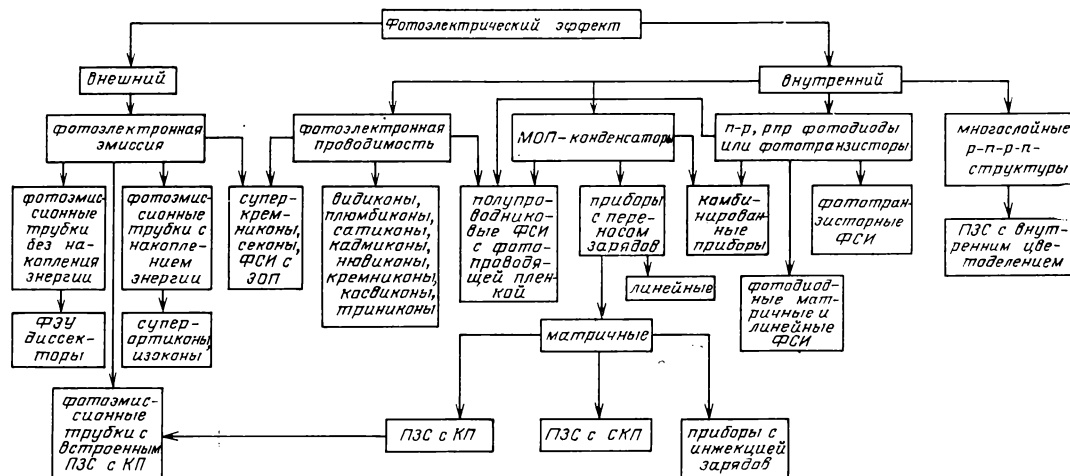


Рис. 1. Классификация современных ФСИ по виду фотоэлектрического эффекта

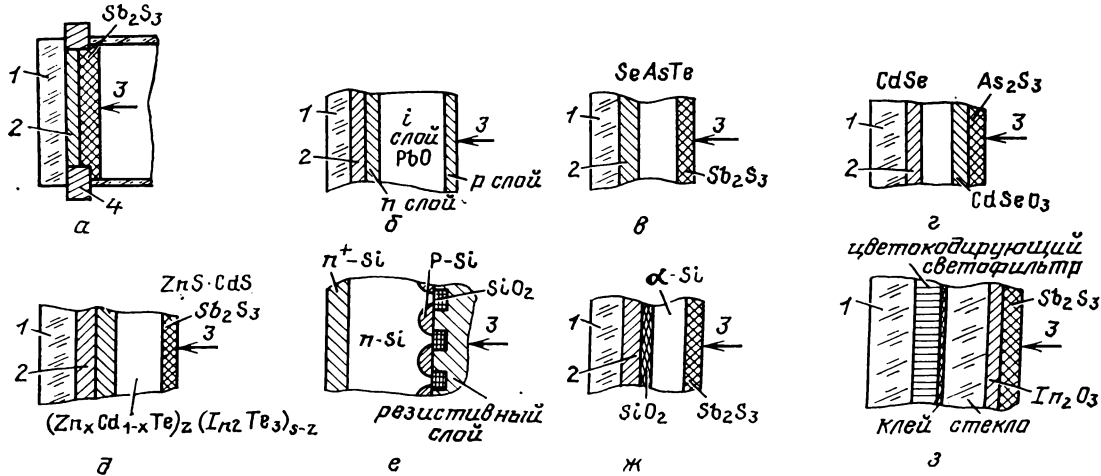


Рис. 2. Конструкция узла мишени фотопроводящих трубок:

а — видикон; б — плумбикон; в — сатикон; г — кадмикон; д — ньювикон; е — кремникон; ж — безмозаичный кремникон; з — косвикон  
 1 — стеклянная планшайба; 2 — прозрачная сигнальная пластина, например из  $\text{SnO}_2$ ; 3 — считывающий электронный луч; 4 — кольцевой электрод-вывод, например из  $\text{In}$  (начинает применяться торцовый вывод из периферийной части сигнальной пластины через планшайбу)

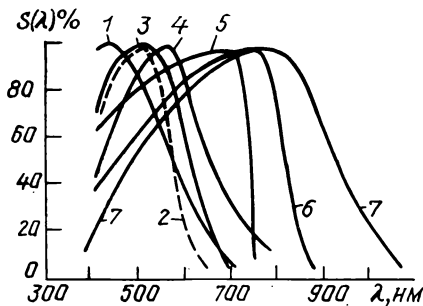


Рис. 3. Спектральные характеристики фотопроводящих трубок:

1 — сатикон; 2 — плумбикон; 3 — плумбикон для красного канала; 4 — видикон; 5 — кадмикон; 6 — ньювикон; 7 — кремникон

мишени (рис. 2) и как следствие спектральными характеристиками (рис. 3), инерционностью и другими показателями.

В видиконе используется простая фотопроводящая мишень из стибнита — трехсернистой сурьмы ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), характеризующаяся повышенной инерционностью. Менее инерционны фотопроводящие мишени диодного типа в виде:

rip — структуры на основе пористой пленки монооксида свинца  $\text{PbO}$  (плумбикон);

гетероперехода между сигнальной пластиной и комбинационным аморфным фотослоем халкогенидного стекла  $\text{SeAsTe}$ , состоящего главным образом из селена, особо легированного мышьяком и теллуром (сатикон);

многослойной структуры  $\text{As}_2\text{S}_3\text{—CdSe—CdSeO}_3$  с гетеропереходом между прослойкой  $\text{As}_2\text{S}_3$  и фотослоем  $\text{CdSe}$  (кадмикон);

гетероперехода между слоем  $\text{ZnSe}$  (или  $\text{ZnS·CdS}$ ) и фотослоем из твердого раствора  $(\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x})\text{Te}_z$  ( $\text{In}_z\text{Te}_3$ ) $_{1-z}$  (ньювикон);

низкоомной монокристаллической кремниевой диодной матрицы (кремникон);

высокоомного аморфного кремния (безмозаичный кремникон).

В сатиконе, ньюиконе и безмозаичном кремниконе тонкий (около 100 нм) слой  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  на сканируемой поверхности служит для предотвращения инжекции электронов из электронного пучка, снижения темнового тока и уменьшения эмиссии вторичных электронов. Диодная структура мишени перечисленных трубок при подаче на сигнальную пластину запирающего напряжения позволяет резко увеличить темновое сопротивление мишени и тем самым снизить темновой ток.

В косвиконах (color separation vidicon), триниконах и трехэлектродных видиконах (сатиконах) в узел мишени между планшайбой и сигнальной пластиной, напыленной в данном случае на тонкую (15—20 мкм) изолирующую стеклянную пленку, дополнительно встроен цветокодирующий светофильтр. Кроме того, в триниконе и трехэлектродных трубках сигнальная пластина секционирована соответственно на две и три системы гребенчатых электродов.

Высокочувствительные ФСИ. Для работы при пониженной освещенности созданы специальные высокочувствительные ФСИ, использующие внешний фотоэффект непосредственно и внутренний фотоэффект косвенно. Примером могут служить секоны и суперкремниконы (SIT — silicon intensifier target tube). В этих трубках используется электростатическая секция переноса электронного изображения с фотокатода на мишень при повышенном напряжении (3—10 кВ) и секция считывания от обычного видикона.

Мишень секона представляет собой высокопористый диэлектрический слой, обычно содержащий хлористый калий (KCl), нанесенный на тонкую алюминиевую подложку, служащую сигнальной пластиной. Фотоэлектроны, ускоренные в секции переноса до высоких скоростей, простреливают сигнальную пластину и вызывают вторичную электронную эмиссию в KCl. Значительная часть вторичных электронов вылетает из мишени в секцию развертки, где они попадают на специальную сетку. Число электронов, вылетающих из мишени в секцию развертки,

во много раз больше числа электронов, попадающих на мишень со стороны секции переноса. Поэтому в мишени секона происходит усиление, что обуславливает повыше-ние световой чувствительности этой трубки.

В суперкремниконах, как и в кремниконах, использу-ется диодно-мозаичная мишень, но работающая в режи-ме вторичной (возбужденной) электронной проводимости. В этом режиме ускоренные фотоэлектроны, сталкиваясь с мишенью, создают в ней большое число вторичных электронов, которые оставаясь в толще мишени, во мно-го раз увеличивают ее проводимость, чем обеспечивается дополнительное усиление фототока.

Разрабатываются передающие фотоэмиссионные труб-ки по типу суперкремникона, где вместо матрицы крем-ниевых фотодиодов применяется матрица ПЗС, не тре-бующая внешней развертки с помощью электронного луча. Например, макет безлучевого гибридного SIT/CCD прибора фирмы RCA (C21205) с встроенной матрицей ПЗС с КП обладает чувствительностью  $5 \times 10^{-4}$  лк.

Для повышения чувствительности используется также электронно-оптическое усиление изображения пут-ем сочленения тех или иных передающих трубок или полупроводниковых ФСИ с ЭОПом. Например, фирма ИТТ разработала безлучевой гибридный высокочувстви-тельный прибор (F4546) путем сочленения с ЭОПом мат-рицы приборов с инжекцией зарядов. Чувствительность гибридного прибора  $5 \times 10^{-4}$  лк.

Полупроводниковые ФСИ. Первые по-пытки создания полностью полупроводниковых ФСИ, предпринятые в начале 60-х годов (сканисторы, тонко-пленочные фототранзисторные матрицы и т. п.), не увен-чались успехом, в частности из-за сильного разброса усиления в фототранзисторах и недопустимо большого уровня фиксированных помех (полос) на изображении. Положение резко изменилось в 70-е годы при переходе к приборам с переносом зарядов, изобретенных в 1970 г., а также к фотодиодным матрицам с интегральными ре-гистрами сдвига на основе МОП-транзисторов или ПЗС. С момента изобретения ПЗС и вплоть до настоящего вре-мени продолжалось непрерывное наращивание числа эле-ментов в матрицах на их основе, а также в матрицах ФД при постепенном переходе на кристаллы меньших разме-ров, например с размером светочувствительной области, соответствующей 18-мм трубкам, что позволило резко увеличить процент выхода годных изделий при производ-стве полупроводниковых ФСИ.

Фирма Toshiba уже создала экспериментальный образец матрицы ПЗС с КП, размер светочувствительной секции которой равен  $6,6 \times 8,8$  мм (как и в 18-мм видиконе), а число элементов  $492 \times 660$ , что удовлетворяет требовани-ям 525-строчного стандарта разложения. Одновременно проведены большие НИР и ОКР в области повышения чув-ствительности полупроводниковых ФСИ в синей области видимого излучения с целью обеспечения возможности применения таких матриц в камерах ЦТ [4—10].

Фирмы NEC, Sharp, Toshiba и Matsushita разработали высокочувствительные матрицы ПЗС с СКП, число эле-ментов в которых равно  $490 \times 384$ ,  $488 \times 385$ ,  $492 \times 400$

и  $502 \times 402$  соответственно. В электродных системах этих матриц образованы открытые окна, а в качестве чув-ствительных элементов применены размещенные в этих окнах р-п фотодиоды, занимающие 34—40 % облучаемой светом поверхности матрицы.

Значительные успехи достигнуты при создании фото-диодных матриц. Фирма Hitachi выпустила полностью фотодиодную матрицу с числом элементов  $485 \times 384$  (се-рийный номер HE 98221), выполненную по стандартной технологии. Для резкого уменьшения характерных для ФД матриц фиксированных помех в камерах ЦТ на этих матрицах в видеоканале используются специальные ключ-евые схемы, закрывающиеся на время появления таких помех. Фирма Matsushita разработала ФД матрицу (число элементов  $492 \times 404$ ) с горизонтальным регистром сдвига на основе ПЗС. Основная особенность этой матрицы, названной прибором с подкачкой вспомогательного зар-яда (CPD — charge priming device), заключается в но-вом устройстве сопряжения ПЗС-регистра и самой мат-рицы. В этом устройстве, состоящем из двух линеек МОП транзисторов и линейки накопительных конденсаторов, при построчном переносе зарядов из столбцов матрицы в выходной регистр используется перекачка вспомогатель-ного заряда CPD, хранимого в накопительных конденса-торах, что позволяет резко увеличить эффективность такого переноса за счет повышения крутизны МОП-тран-зисторов и уменьшить тактовые помехи, т. е. расширить динамический диапазон снизу. Однако при использо-вании ФД матриц в камерах ЦТ минимальную освещенность на объекте пока еще не удается сделать меньше 100 лк.

Значительно повышена чувствительность в синей об-ласти спектра и матриц ПЗС с КП. Фирма Texas Instr. разработала матрицу ПЗС с КП ( $490 \times 328$  элементов) с однофазным управлением и второй, так называемой вир-туальной фазой [5]. В этой матрице электроды второй фа-зы полностью изъяты (рис. 4), что дало возможность образовать открытые окна. Функции изъятых электрод-ов второй фазы выполняет плавающая диффузионная область (виртуальная фаза) под окислом, фиксированный заряд которой эквивалентен постоянному напряжению на электродах второй фазы обычных двухфазных матриц ПЗС с КП. Однонаправленность переноса зарядов обеспе-чивается ступенчатым легированием полупроводника под электродами первой фазы и на виртуальных участках. Эта же фирма разработала ограниченное число матриц ПЗС с КП ( $800 \times 800$  элементов), освещаемых со стороны утонченной до 10 мкм подложки и предназначенных для малокадрового телевидения.

Фирма Toshiba с целью повышения чувствительности применила в секции накопления экспериментальной мат-рицы ПЗС с КП ( $512 \times 340$  элементов) вместо второго слоя поликремния прозрачную пленку окислов  $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$  (91 и 9 % весового состава соответственно). Однако тем-новой ток при применении прозрачной пленки возрос в 3—5 раз, так как такая пленка разрушается при высокой температуре и по этой причине не позволяет проводить заключительную высокотемпературную обработку мат-

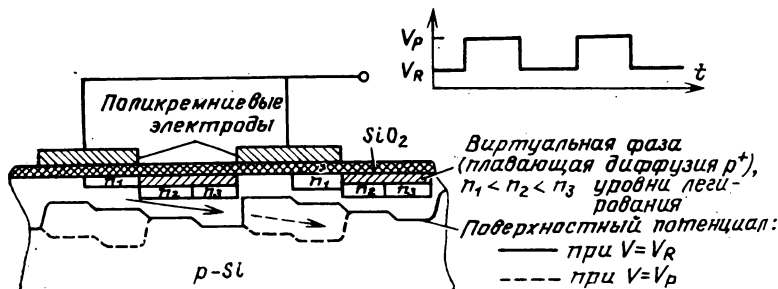


Рис. 4. Поперечное сечение мат-рицы ПЗС с виртуальной фазой



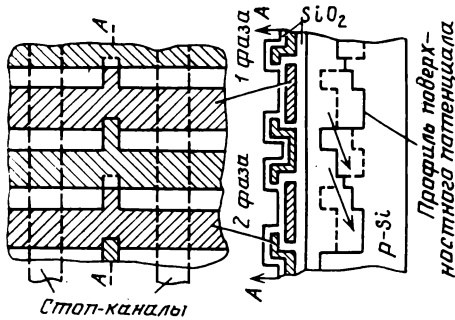


Рис. 5. Матрица ПЗС с узкими каналами переноса зарядов

рицы, обычно применяемую для уменьшения темнового тока.

Фирма Sony разработала высокочувствительную матрицу ПЗС с КП (490×570 элементов), в секции накопления которой использованы двухфазные двухслойные поликремниевые электроды гребенчатой формы с открытыми окнами. Двухмикронное перекрытие электродов двух соседних фаз создано только в центре каждого элемента матрицы с помощью узких зубцов поликремния (рис. 5). Ширина этих зубцов выбрана весьма малой (2 мкм) с таким расчетом, чтобы под ними образовались достаточные потенциальные барьеры за счет так называемого эффекта узкого канала и тем самым была обеспечена однонаправленность переноса зарядов из секции накопления в секцию памяти. В секции памяти и в выходном регистре применена трехфазная трехслойная система электродов, первый и второй слои которой поликремниевые, а третий слой выполнен из алюминия для увеличения проводимости. Вертикальные и горизонтальный регистры выполнены со скрытым каналом, чем обеспечена малая неэффективность переноса зарядов  $5 \times 10^{-5}$ . Резко уменьшено число дефектов в кристалле и, следовательно, белых пятен на изображении главным образом за счет новой технологии получения бездефектных исходных слитков монокристаллического кремния с помощью известного процесса Чохральского, но в сильном поперечном магнитном поле, которое подавляет конвекционные токи в расплаве кремния и сглаживает его поверхность, чем обеспечивается меньшая вероятность попадания атомов кислорода в тигель и проникновения его в слиток. Тем самым и снижается число дефектов в кристалле. Чувствительность матрицы на волне  $\lambda=400$  нм 20 % от уровня на  $\lambda=600$  нм.

Фирма General Electric (США) продолжает совершенствовать приборы с инжекцией зарядов. Сейчас этой фирмой серийно выпускаются матрицы с числом элементов 244×248, разработаны высокочувствительные матрицы с числом элементов 244×388 для 525- и 290×416 для 625-строчных стандартов и предполагается создание полноформатных матриц для этих стандартов. Увеличение чувствительности достигнуто за счет образования открытых окон в поликремниевых системах электродов, а также за счет утончения горизонтальных поликремниевых шин, проводимость которых увеличена нанесением на них узких алюминиевых полосок. Вертикальные же шины выполнены из толстого поликремния (рис. 6). Каждый элемент матрицы состоит из двух конденсаторов с зарядовой связью — столбцового в центре и строчного, расщепленного на две половины столбцовой шиной. Во время накопления напряжения на столбцах вдвое выше строчного и заряды копятся в столбцовых конденсаторах. При сканировании напряжение на столбцовых шинах понижают и заряды перетекают в строчные кон-

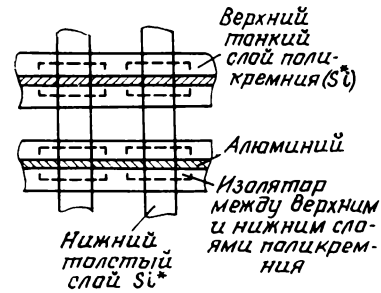


Рис. 6. Матрица приборов с инжекцией зарядов

денсаторы, создавая ток сигнала. В конце каждой строки уменьшают напряжение на строчных шинах и инжектируют заряды в подложку [7].

Разрабатываются весьма перспективные полупроводниковые ФСИ с отдельным фоточувствительным слоем, подобным фотопроводящему слою сатикона, безмолекулярного кремникона или нивикона. В этих ФСИ фотослой располагается на поверхности полупроводника, а перенос накопленной информации осуществляется под этим слоем при помощи МОП-транзисторов или же приборов с переносом зарядов типа пожарных цепочек. Разнесение фотослоя и сканирующих элементов в разные плоскости позволяет заметно увеличить светочувствительную поверхность матрицы и тем самым повысить ее чувствительность.

Фирма Hitachi в экспериментальной фотодиодной матрице с числом элементов 244×320 применила в качестве отдельного фотослоя аморфную пленку халкогенидного SeAsTe стекла (как и в сатиконах) толщиной 4 мкм. Эта пленка расположена между очень тонким (17 нм) прозрачным электродом из  $In_2O_3 + SnO_2$  и алюминиевыми электродами стоков МОП-транзисторов (рис. 7). Эти электроды специально сформированы для экранирования от света основного полупроводника. Каждый такой электрод имеет размер 23×23 мкм при размере элемента матрицы 27×27 мкм. Считывание накопленных зарядов осуществляется обычным образом — подачей открывающих импульсов вертикальной и горизонтальной разверток на затворы и истоки соответствующих МОП-транзисторов. На прозрачный электрод при накоплении зарядов подается смещающее напряжение 40—50 В. Чувствительность на волне 450 нм составляет 200 мА/Вт и сравнима с чувствительностью сатикона. Матрица с отдельным фотослоем из халкогенидного стекла, в которой в отличие от обычной ФД матрицы фотодиоды выведены из полупроводника в фотослой, характеризуется хорошей спектральной характеристикой в видимом диапазоне, более широ-

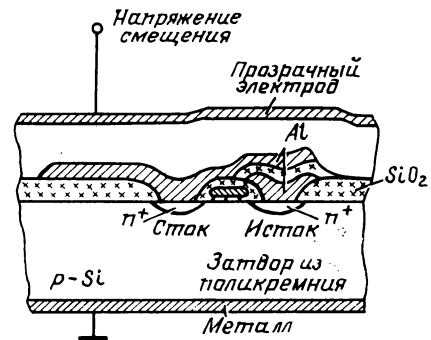


Рис. 7. Фотодиодная матрица с фотопроводящей пленкой

ким динамическим диапазоном и малым растеканием зарядов при пересветках из-за нечувствительности фотослоя к инфракрасному облучению.

В новой ФД матрице с фотопроводящей пленкой с числом элементов  $485 \times 484$  фирма Hitachi применила в качестве отдельного фотослоя высокоомную аморфную кремниевую пленку (как в безмозаичных кремниконах). По сравнению с фотослоем из халкогенидного стекла кремниевая пленка лучше выдерживает нагрев, например при последующем формировании светофильтров на поверхности кристалла, и позволяет получить матрицу с меньшим числом дефектов. Верхний электрод из смеси окислов индия и олова образует барьер Шоттки к аморфному кремнию, что обеспечивает очень малый темновой ток и широкий динамический диапазон (60 дБ) этой матрицы.

Фирма Matsushita в своих матрицах с фотопроводящей пленкой использует поликристаллический фотослой из селенида цинка и теллурида цинка-кадмия (как и в ньювиконах), но в качестве развертывающих устройств в вертикальном направлении применяют регистры сдвига на приборах с переносом зарядов типа пожарных цепочек, расположенных под фотослоем, а в горизонтальном направлении — обычный ПЗС-регистр со скрытым каналом. Инжекция носителей зарядов из фотослоя в истоковые области МОП-транзисторов вертикальных регистров сдвига в виде пожарных цепочек осуществляется во время обратного хода кадровой развертки, а перенос в выходной регистр — построчно на обратном ходу строчной раз-

вертки. Первая матрица с фотопроводящим слоем этой фирмы ( $506 \times 413$  элементов), выполненная на кристалле сравнительно больших размеров ( $13 \times 17$  мм), по чувствительности не уступала сатикону и кремникону. Максимум спектральной характеристики расположен на волне 700 нм и равен 500 мА/Вт. Матрице с ZnSe—ZnCdTe фотослоем присущи некоторая инерционность и эффект выжигания в фотослое, создающий негативное послезоображение. Уже создана улучшенная матрица значительно меньших размеров с числом элементов  $482 \times 375$  и светочувствительной зоной  $4,8 \times 6,4$  мм, а также матрица с числом элементов  $506 \times 404$ , выполненная на кристалле  $10,3 \times 11,3$  мм.

Основные параметры наиболее известных крупноформатных полупроводниковых ФСИ представлены в табл. 1.

Сравнение спектральных характеристик полупроводниковых матричных ФСИ различных типов между собой и с характеристикой спектральной чувствительности современного сатикона дано на рис. 8, из которого видно, что спектральная чувствительность новых полупроводниковых ФСИ заметно повышена в коротковолновой части видимого спектра по сравнению с матрицами ПЗС с обычными поликремниевыми электродами (фирм RCA и Fairchild) и стала сравнима со спектральной чувствительностью сатикона в этой части спектра, но заметно превосходит ее в длинноволновой части видимого спектра. Повышенная чувствительность полупроводниковых ФСИ в ближней инфракрасной области спектра для камер ЦТ нежелательна, так как для ее подавления с целью улучшения цветопередачи необходима установка в оптической системе

Таблица 1

Крупноформатные полупроводниковые матричные ФСИ

Вид МФСИ	Фирма (марка прибора)	Число элементов (вертикаль $\times$ горизонталь)	Размер светочувствительной области, мм	Размер одного элемента, мкм	Общий размер кристалла, мм	Примечание	
ПЗС с кадровым переносом зарядов (КП)	Texas Instr.	$800 \times 800$	$6 \times 12$	$15 \times 15$	$17,8 \times 17,8$	освещение со стороны подложки опытный образец открытые окна обычные поликремниевые электроды	
	Toshiba	$492 \times 660$	$6,3 \times 8,4$	$26 \times 13$	—		
	Sony	$490 \times 570$	$6,8 \times 9,12$	$28 \times 16$	$12,1 \times 10,1$		
	Matsushita	$512 \times 486$	$9,2 \times 11,7$	$36 \times 24$	$17,8 \times 13,7$		
	GEC UK, (MA—357)	$576 \times 375$	$6,4 \times 8,8$	$22 \times 22$	$14 \times 10$		
	Matsushita	$512 \times 383$	$6,6 \times 8,8$	$26 \times 22$	$13,6 \times 10,3$		
	Toshiba	$512 \times 340$	$6,65 \times 8,84$	$26 \times 26$	$14,5 \times 10$		
	RCA, (SID 52501)	$512 \times 320$	$7,31 \times 9,75$	$30 \times 30$	$19 \times 12,7$		
	Texas Instr.	$490 \times 328$	$5,9 \times 7,8$	$24 \times 24$	—		с виртуальной фазой открытые окна с встроенными фотодиодами
	Matsushita	$502 \times 402$	$1,0 \times 9,2$	$14 \times 24$	$8,8 \times 10,8$		
ПЗС со строчно-кадровым переносом зарядов (СКП)	Toshiba	$492 \times 400$	$6,3 \times 8,8$	$13 \times 22$	$7,6 \times 9,9$	обычные электроды	
	NEC	$490 \times 384$	$9,6 \times 12,7$	$20 \times 33$	$11 \times 14,4$		
	Sharp	$488 \times 385$	$9,6 \times 12,7$	$20 \times 34$	$11,2 \times 14,2$		
	Fairchild (CCD—321)	$488 \times 380$	$8,8 \times 11,4$	$14 \times 30$	$10 \times 12$		
	Sony	$492 \times 345$	$6,89 \times 8,92$	$14 \times 36$	$9,1 \times 10,6$		окна с тонким поликремнием с фотопроводящей пленкой
	Matsushita	$506 \times 413$	$9,5 \times 12,7$	$22 \times 36$	$13 \times 17$		
	Matsushita	$506 \times 413$	$6,6 \times 8,8$	$14 \times 24$	$10,3 \times 11,3$		
Фотодиодные матрицы (ФД)	Matsushita (CPD)	$492 \times 404$	$6,6 \times 8,8$	$14 \times 24$	$9 \times 12,3$	горизонтальный ПЗС-регистр	
	Hitachi (HE98221)	$256 \times 404$	$7,17 \times 9,7$	$28 \times 24$	$8,8 \times 12,34$		
	Hitachi (HE97211)	$485 \times 384$	$6,5 \times 8,8$	$13,5 \times 23$	$8,5 \times 10$	$p^+ = p^+ = p = p$ структуры	
	Hitachi	$244 \times 320$	$6,6 \times 8,65$	$27 \times 27$	$8,4 \times 9,8$	с фотопроводящей пленкой	
	Hitachi	$244 \times 320$ $485 \times 484$	$6,6 \times 8,65$ $6,6 \times 8,8$	$27 \times 27$	$8,4 \times 9,8$ —		

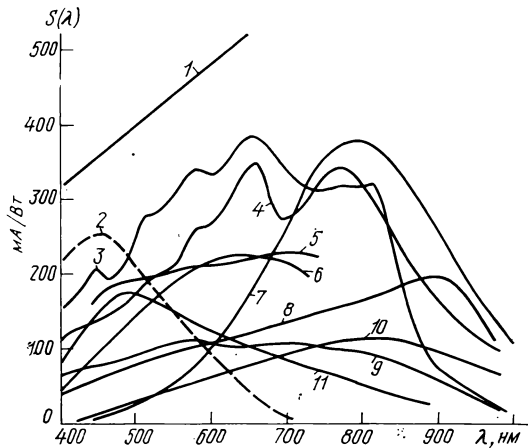


Рис. 8. Сравнение спектральных характеристик полупроводниковых ФСИ и сатикона

1 — теоретическая кривая, соответствующая 100 % квантовой эффективности; 2 — сатикон BC4391B фирмы RCA с диаметром колбы 18 мм; 3 — матрица ПЗС с КП с прозрачным вторым слоем из  $In_2O_3 + SnO_2$  фирмы Toshiba ( $512 \times 340$  элементов); 4 — матрица ПЗС с КП и виртуальной фазой фирмы Texas Instr. ( $490 \times 328$ ); 5 — фотодиодная матрица CPD фирмы Matsushita ( $492 \times 404$ ); 6 — матрица приборов с инжекцией зарядов фирмы GE ( $244 \times 388$ ); 7 — матрица ПЗС с КП фирмы RCA ( $512 \times 320$ ), обычные поликремниевые электроды; 8 — матрица ПЗС с СКП и ФД фирмы NEC ( $490 \times 384$ ); 9 — матрица ПЗС с СКП и ФД фирмы Sharp ( $488 \times 385$ ); 10 — матрица ПЗС с СКП фирмы Fairchild ( $488 \times 380$ ), обычные поликремниевые электроды; 11 — фотодиодная матрица фирмы Hitachi ( $485 \times 384$ )

камеры специального инфракрасного фильтра. Поэтому в некоторых матрицах, например HE98221 фирмы Hitachi и TCD-202C фирмы Toshiba вместо обычных  $p^+rp^+$  фотодиодов применена более совершенная многослойная  $p^+rp^+$  (или  $p^+rp$ ) структура, состоящая из обычной диффузионной  $p^+$  области, но расположенной в тонком эпитаксиальном  $r$ -слое, самого этого слоя и толстого  $p$ -слоя, которая позволяет значительно понизить спектральную чувствительность в ближней инфракрасной области и тем самым снизить требования к крутизне склона спектральной характеристики инфракрасного фильтра, уменьшить растекание зарядов при пересветке матрицы и улучшить цветопередачу в целом. Сечение небольшой части (в пределах одного элемента разложения) ФД матрицы HE98221 с  $p^+rp^+$  структурой без цветоделительного фильтра, расположенного на ее поверхности, показано на рис. 9 [5]. Уменьшение спектральной чувствительности матрицы с многослойной структурой основано на том, что глубина проникновения света в полупроводник растет с увеличением длины волны его спектральных составляющих. Поэтому при надлежащем выборе толщины тонкого  $r$ -слоя инфракрасные компоненты света будут возбуждать фотогенерируемые носители зарядов в основном в толстом  $p$ -слое, где эти носители будут рекомбинировать, так как от потенциальной ямы основного фотодиода они оказываются изолированными потенциальным барьером, возникающим на границе  $r$  и  $p$  слоев. Дополнительные  $r^+$  области в  $r$ -слое служат для уменьшения растекания избыточных зарядов при пересветке матрицы.

Исследуются ПЗС на основе многослойных  $p-p^+-p-p^+$  ... полупроводниковых структур, в том числе и с переменным

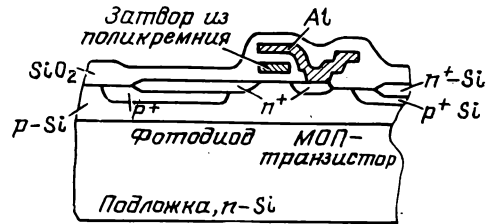


Рис. 9. Особенности конструкции фотодиодной  $p^+rp^+$  матрицы HE98221

по глубине составом (варизонные) с целью осуществления внутреннего цветоделения непосредственно самой полупроводниковой структурой за счет дисперсии коэффициента поглощения света [11, 12]. В таких приборах расположенные на разной глубине каналы переноса зарядов имеют отдельные выводы.

Линейные (однострочные) ФСИ по разрешающей способности заметно превосходят матричные полупроводниковые ФСИ и находят применение в телекинодатчиках. Например, фирма Fairchild серийно производит линейные ПЗС со светочувствительными элементами в виде открытых ФД с числом элементов 1024 (CCD 133DC) и 2048 (CCD 143DC) [13]. Основные параметры названных приборов: максимальная тактовая частота 20 МГц, динамический диапазон 2500:1, размер одного элемента  $13 \times 13$  мкм. Три линейных ФСИ CCD 133DC применены, например в телекинодатчике FDL 60 [14], для передачи цветных кинофильмов по телевидению. Линейные ПЗС начинают применяться в телевидении в качестве широкополосных линий задержки на длительность строки, корректоров временных искажений и т. п. Примером могут служить линейные ПЗС фирмы Plessey MS-1001 (768 элементов), MS-1002 (850 элементов) и MS-1003 (910 элементов) [15], а также разработанный фирмой RCA и выпускаемый серийно фирмой Toshiba в виде небольшой микросхемы под номером TL 8505P гребенчатый фильтр со встроенными схемами управления, предназначенный для разделения сигналов цветности и яркости в высококачественных цветных телевизорах [16, 17].

Полупроводниковые камеры ЦТ. Достигнутые успехи в области создания полупроводниковых матричных ФСИ с повышенной чувствительностью в синей части спектра видимого излучения и другими улучшенными качественными показателями позволили приступить к разработке полностью полупроводниковых камер ЦТ. В настоящее время уже выпускаются (или готовятся к выпуску) промышленные образцы одно-, двух- и трехматричных полупроводниковых камер ЦТ различного назначения, в том числе для телерепортажа.

Первой в мире объявила о завершении разработки для телерепортажа и выпуске в 1982 г. полупроводниковой камеры ЦТ SK-1 на трех фотодиодных матрицах фирма Hitachi. Масса камеры 3,2 кг, потребляемая мощность 8 Вт, отношение сигнал/шум 49 дБ при освещенности на объекте 2000 лк (F/3,5), разрешение по горизонтали 450 ТВЛ (ориентировочная цена 20 000 долл.) [18, 19]. Камера SK-1 имеет целый ряд преимуществ перед трехматричными камерами видеожурналистики, например, она компактнее и легче, намного проще в эксплуатации, ее надежность и срок службы значительно больше, а потребляемая мощность, геометрические искажения и ошибки совмещения цветоделенных изображений существенно меньше. По сравнению с одно- и двухматричными камерами ЦТ трехматричные камеры позволяют получить более высокое качество изображения, в частности наивысшую разрешающую способность (с учетом возможного пространственного сдвига матриц друг относительно друга) в канале яркости, а также в канале цветности. Поэтому

Таблица 2

## Основные параметры полупроводниковых камер ЦТ прикладного и бытового назначения

Фирма, марка камеры	Hitachi, КР-500	Hitachi, VK-C1000	NEC, NC-2000	Toshiba, IK-2250	Toshiba, IK-3000	Sony, XC-1	Sony, Video Movie	Matsushita, AK-2020	Fairchild, 2000C
Число и тип датчиков	три ФД матрицы HE 97211	одна ФД матрица HE 98221	две ПЗС матрицы с СКП+ФД	две ПЗС матрицы с КП	одна ПЗС матрица с СКП+ФД	две ПЗС матрицы с СКП и окнами	одна ПЗС матрица с КП и окнами	одна ФД матрица CPD	одна ПЗС матрица с CCD-221
Число элементов в одном датчике	244×320	485×384	490×384	512×340	492×400	492×245	490×570	492×404	488×380
Разрешающая способность, ТВЛ	350×350	350×260	280×280	350×250	400×250	350×230	350×250	350×250	285 по диагонали
Освещенность на объекте, лк	2000, F/4	1000, F/2	2000, F/5,6	1500, F/1,4	350, F/1,4	500, F/2	350, F/2	600, F/1,4	—
номинальная минимальная	100, F/1,4	100	50	500, F/1,4	50	100, F/1,6	70, F/1,4	100, F/1,4	500, F/1,4
Отношение сигнал/шум, дБ	49	46	50	46	46	43	45	46	55
Потребляемая мощность, Вт	8	3,8	8	6	5	6	3,9	3	—
Масса, кг	4	1,6	3,3	2,1	1,1	1,3	0,6	0,96	—
Объектив f', мм	14—56	12,5—75	16—160	14—56	14—42	12	14—42	14—42	—
относительное отверстие	1:1,4	1:1,4	1:2,2	1:1,4	1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:1,8	—
Габариты, мм	70×125×162	58×100×155	3000 см*	96×114×241	65×90×190	68×75×198	60×100×190	60×127×234	—

трехматричные камеры представляют наибольший интерес для видеожурналистики, где им, как полагают, принадлежит будущее.

Большое внимание уделяется разработке полупроводниковых камер ЦТ для прикладных и бытовых целей. Основные параметры промышленных образцов таких камер представлены в табл. 2.

Трехматричная камера ЦТ КР-500 фирмы Hitachi построена на ФД матрицах, число элементов в каждой из которых равно  $244 \times 320$ , т. е. вдвое меньше по сравнению с требуемым по 525-строчному стандарту. С целью формирования сигналов со стандартным числом строк и повышения разрешающей способности на белом в камере КР-500 применен пространственный сдвиг матрицы в канале G относительно матриц в каналах R и B по диагонали на расстояние, равное половине диагонали одного элемента, т. е. примерно на 19 мкм.

В двухматричной камере XC-1 фирмы Sony использованы две матрицы ПЗС с СКП, число элементов в каждой из которых равно  $492 \times 245$ , т. е. по вертикали соответствует 525-строчному стандарту, а по горизонтали значительно меньше стандартного. Для повышения разрешающей способности в горизонтальном направлении использован сдвиг матрицы в канале G по горизонтали относительно матрицы в канале R/B на половину ширины элемента, т. е. на 18 мкм, а в канале R/B применен полосковый цветокодирующий RB светофильтр с горизонтальным расположением периодических R и B полосок, шириной в две строки каждая (рис. 10, а). Поскольку при таком светофильтре R и B сигналы передаются через строку, то на пропущенных строках эти сигналы формируются интерполяцией сигналов соседних строк с использованием двух линий задержки на длительность строки. В канал G включены дополнительно две линии задержки на длительность строки для вертикальной апертурной коррекции и более точного формирования яркостного и цветоразностных сигналов [6]. Разработан также видеоканал с раздельной цифровой обработкой сигналов в канале G и в канале R/B с использованием отдельных АЦП и ЦАП. Гамма-коррекция и вся обработка видеосигналов, в том числе задержка сигнала на одну или две строки, производятся в цифровой форме. Цифровая обработка позволяет повысить помехоустойчивость особенно по отношению к фиксированным помехам, обусловленным дефектами фона матриц, а также уменьшить результирующую погрешность формирования полного цветового сигнала.

В двухматричной камере ЦТ IK-2250 фирмы Toshiba применены матрицы ПЗС с КП и обычными поликремниевыми электродами, поглощающими значительную часть светового потока, что и предопределило сравнительно низкую чувствительность этой камеры. Механическое совмещение растров осуществляется с помощью специальных устройств с точностью 1,5 мкм. Отъюстированные матрицы жестко закрепляют на оправке призмного цветоделителя. Для подсветки светочувствительных секций матриц служат светодиоды, размещенные на обрамлении оптического узла. Зеленая составляющая светового пото-

камера ЦТ IK-2250 фирмы Toshiba применены матрицы ПЗС с КП и обычными поликремниевыми электродами, поглощающими значительную часть светового потока, что и предопределило сравнительно низкую чувствительность этой камеры. Механическое совмещение растров осуществляется с помощью специальных устройств с точностью 1,5 мкм. Отъюстированные матрицы жестко закрепляют на оправке призмного цветоделителя. Для подсветки светочувствительных секций матриц служат светодиоды, размещенные на обрамлении оптического узла. Зеленая составляющая светового пото-

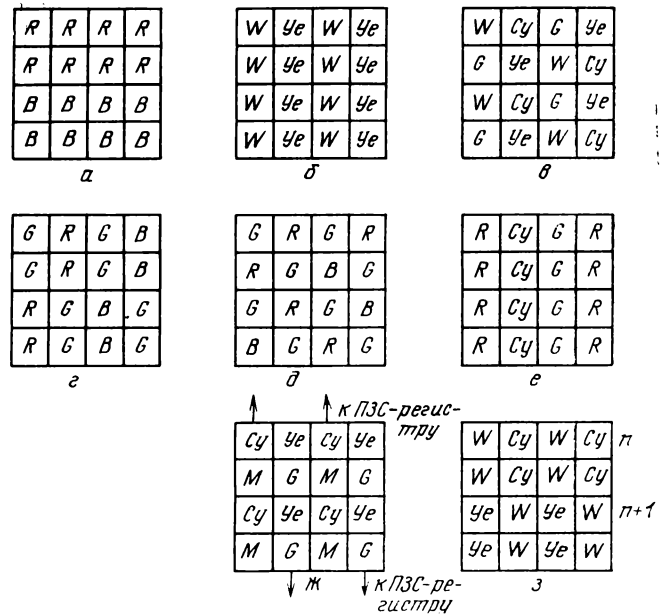


Рис. 10. Некоторые структуры цветокодирующих светофильтров

ка отражается дихроическим зеркалом призменного делителя и направляется на отдельную матрицу. Остальная часть светового потока ( $R+B$ ) попадает на полосковый светофильтр из прозрачно-желтых полос (рис. 10, б). Желтые полоски пропускают составляющую  $R$ , а прозрачные  $R+B$ . После временного разделения сигналов  $R$  и  $R+B$  сигнал  $B$  формируется вычитанием из второго сигнала первого. Использование вычитания при формировании наиболее слабого сигнала  $B$  позволяет улучшить цветопередачу за счет уменьшения отрицательного влияния неравномерности подсветки матриц по полю изображения и ослабления влияния их повышенной чувствительности в ближней инфракрасной области.

Камера ЦТ NC-2000 фирмы NEC построена на двух матрицах ПЗС с СКП. Для повышения чувствительности в матрицах с числом элементов  $490 \times 384$  применены открытые ФД. Точность совмещения растров 0,05 %, объектив десятикратный. Камера может быть использована для некоторых видов телерепортажа [19].

В бытовом телевидении основное внимание уделяется разработке одноматричных камер ЦТ, которые имеют целый ряд преимуществ перед однотрубными камерами; меньшие габариты, потребляемую энергию, инерционность, более высокие надежность и срок службы. Кроме того, в полупроводниковых одноматричных камерах ЦТ можно применить временное разделение сигналов цветности без формирования специальных индексных сигналов и повысить разрешение на белом за счет шахматного расположения ячеек цветокодирующего светофильтра или уменьшением ширины ячеек светофильтра до  $2/3$  от ширины элементов ФСИ [20].

В одноматричной камере ВК-С1000 (новая модель ВК-С2000) фирмы Hitachi применена ФД матрицы HE98221 с нанесенным на ее поверхность органическим мозаичным светофильтром с прозрачными  $W=R+G+B$ , желтыми  $Ye=R+G$ , голубыми  $Su=B+G$  и зелеными  $G$  ячейками (рис. 10, в). Такой светофильтр пропускает в среднем  $2/3$  входного светового потока, т. е. примерно вдвое больше, чем  $R, G, B$  светофильтр, что повышает чувствительность камеры. Матрица имеет четыре выхода для сигналов  $W, Ye, Su$  и  $G$  соответственно. В первом поле одновременно считываются сигналы с первой и второй строк, затем с третьей и четвертой и т. д., а во втором поле — сигналы со второй и третьей строк, затем с четвертой и пятой и т. д. Такое считывание с разделением сигналов  $W, Ye, Su, G$  непосредственно на выходе матрицы позволяет избежать применения внешних линий задержки на длительность строки при формировании яркостного сигнала с расширенной полосой частот. Сигналы  $R, B$  и  $Y$  формируются из разделенных на выходе матрицы сигналов  $W, Ye, Su, G$  матрицированием следующим образом:  $R=0,5 [(W+Ye)-(G+Su)]$ ,  $B=0,5 [(W+Su)-(Ye+G)]$ ,  $Y=0,25(W+Ye+Su+G)+0,5 R+G+0,5B$ . Так как каждая ячейка данного светофильтра пропускает зеленую составляющую светового потока, которая преобладает в яркостном сигнале, то разрешающая способность яркостного канала близка к теоретическому пределу, но при определенной зависимости его ЧКХ от передаваемых цветов и их насыщенности.

В одноматричной камере ЦТ фирмы NEC на ПЗС с СКП ( $490 \times 384$  элементов) и чувствительными элементами в виде открытых ФД применен мозаичный светофильтр с  $R, G, B$  ячейками (рис. 10, г). Для повышения разрешающей способности по горизонтали интерполяцию сигналов  $G$  с двух соседних строк при помощи гребенчатого фильтра с линией задержки на длительность строки проводят только в верхней части полосы видеочастот, что позволило избежать снижения вертикальной четкости изображения [6]. Аналогичные, но усовершенствованные мозаичный  $R, G, B$  светофильтр и матрица ПЗС с СКП типа TCD-202C применены в одноматричной камере IK-3000 фирмы Toshiba. Мозаичный светофильтр выполнен гибридным и

состоит из органических  $R$  и  $G$  ячеек, но неорганических (дихроических) синих ячеек, чем на 34 % увеличена чувствительность в синей части спектра и повышена температурная стабильность.

В упрощенной прикладной одноматричной камере ЦТ CCD-2000C фирмы Fairchild на ПЗС с СКП типа CCD-221 применен  $R, G, B$  светофильтр с наклонным расположением полосок (рис. 10, д). Каких-либо мер схемного повышения разрешающей способности по горизонтали в этой камере не предусмотрено с целью максимального упрощения канала обработки видеосигналов, построенного по трехканальной схеме с выводом гамма-корректированных сигналов  $R, G, B$  непосредственно на ВКУ [21]. Сравнительно низкая чувствительность этой камеры обусловлена сильным поглощением синей составляющей света в поликремниевых электродах матрицы CCD-221.

Фирма Sony разработала одноматричную камеру ЦТ на ПЗС с КП (число элементов  $490 \times 570$ ) с открытыми окнами. Общее число элементов по горизонтали в данной матрице равно 581, но 11 крайних из них на каждой строке экранированы от света для формирования стабильного уровня черного. В камере применен световой фильтр с вертикально расположенными  $R, G, B$  полосками шириной в один элемент каждая (рис. 10, е). От применения мозаичного светофильтра в этой камере отказались с целью максимального упрощения канала обработки видеосигнала, так как для дальнейшего повышения разрешающей способности в этом случае пришлось бы применить широкополосную линию задержки на длительность строки, что затруднило бы минимизацию габаритов камеры. Светофильтр приклеивается к поверхности секции накопления матрицы оптическим связывающим составом, толщина которого не должна превышать 10 мкм для избежания ухудшения цветопередачи из-за возможного попадания световых лучей с наклонного направления на соседние элементы матрицы. С той же целью, а также для увеличения допуска на возможное (при приклеивании светофильтра к поверхности матрицы) рассовмещение краев ячеек светофильтра относительно центра разграничивающих элементов матрицы вертикальных стоп-каналов последние экранированы от света непрозрачным покрытием, которое исключает фотогенерацию зарядов в областях стоп-каналов и обусловленное этим смещение цветов в соседних ячейках по горизонтали. Формирование яркостного сигнала производится ФНЧ по правилу  $Y=R+G+Su$ , а сигнал  $B$  получается вычитанием из сигнала  $Su$  сигнала  $G$  после их временного разделения, т. е.  $B=Su-G$ .

Фирмой Matsushita на основе различных фотодиодных и ПЗС матриц разработано несколько разновидностей одноматричных камер ЦТ прикладного и бытового назначения. В частности, фотодиодная CPD матрица с числом элементов  $492 \times 404$  используется в прикладной (самолетной) одноматричной камере ЦТ АК-2020. Последние образцы одноматричных фотодиодных камер ЦТ сконструированы на новой CPD матрице с числом элементов  $256 \times 404$ , в которой считывание информации из четных и нечетных столбцов производится отдельно с помощью расположенных с противоположных ее сторон верхнего и нижнего ПЗС-регистров, каждый из которых сопряжен с соответствующими столбцами через переходное СРТ устройство. Такая конструкция матрицы позволила применить новый мозаичный светофильтр, состоящий из зеленых ( $G$ ), голубых ( $Su$ ), желтых ( $Ye$ ) и пурпурных ( $Mg=R+B$ ) полосок (рис. 10, ж), который в среднем пропускает половину общего светового потока. На выходе верхнего и нижнего ПЗС-регистров образуются чередующиеся по строкам сигналы  $Su, Mg$  и  $Ye, G$  соответственно. Непрерывные цветоразностные сигналы  $Su-Ye$  и  $Mg-G$  получают построчной коммутацией задержанной и незадержанной разности сигналов с выходов верхнего и нижнего ПЗС-регистров. Для этого нужна линия

задержки на длительность строки. Яркий сигнал формируется после сложения импульсных сигналов с выходов обоих регистров с помощью фильтра нижних частот по правилу:  $Y_m = Cy + Ye = Mg + G = R + G + B$ , где спектральные характеристики ячеек  $Cy$  и  $Ye$  подобраны так, что  $Cy = B + G/2$  и  $Ye = R + G/2$ . При отношении сигнал/шум 46 дБ и  $F = 1:1,4$  освещенность на объекте составляет 400 лк.

В экспериментальной одноматричной камере ЦТ этой же фирмы на ПЗС с КП и обычными поликремниевыми электродами (число элементов  $512 \times 486$ ) применен полосковый R, G, B светофильтр с разделением всех полосок светофильтра дополнительными непрозрачными полосками, расположенными над стоп-каналами; основной ее недостаток — низкая чувствительность.

В последней одноматричной камере ЦТ на ПЗС с СКП и фотодиодами (число элементов  $502 \times 379$ ) фирма Matsushita применила наиболее прозрачный мозаичный W, Cy, Ye, W светофильтр (рис. 10, з), который в среднем пропускает 5/6 падающего на него светового потока (от белого поля). Разложение функции прозрачности этого светофильтра в ряд Фурье на  $n$ -й и  $(n+1)$ -й строках в одном поле имеет вид:  $S_n = (G + B + 0,5R) + 0,5R \sin(2\pi f_{пt}) + \dots$ ,  $S_{n+1} = (G + R + 0,5B) + 0,5B \sin(2\pi f_{пt} + \phi) + \dots$ . Поэтому чередующиеся по строкам R и B сигналы легко выделить полосовым фильтром с центральной частотой  $f_{п} = 3,58$  МГц. Широкополосный сигнал яркости  $Y_m$  формируют как сумму сигнала  $Y^1$  на выходе широкополосного фильтра низких частот (первый член ряда Фурье) и сигнала цветности C на соответствующей строке, т. е. по правилу  $Y_m = Y_n^1 + C_n = G + B + 0,5R + 0,5R = G + B + R$  и  $Y_m = Y_{n+1}^1 + C_{n+1}^1 = G + R + 0,5B + 0,5B = G + R + B$ . Чередующиеся по строкам цветоразностные сигналы R—Y и B—Y преобразуют в непрерывные предварительной задержкой их на длительность строки и последующей построчной коммутацией задержанного и незадержанного сигналов. Масса этой камеры 1,6 кг, потребляемая мощность 6,4 Вт, разрешающая способность по горизонтали 240 ТВЛ, отношение сигнал/шум 50 дБ, минимальная освещенность на объекте 75 лк [22].

Мозаичные светофильтры позволяют реализовать в одноматричных камерах ЦТ почти предельную разрешающую способность по горизонтали, т. е. такую же, как и в черно-белых камерах на тех же матрицах:  $M = k_0 N / K_{ф}$ , где  $K_{ф} = 4/3$  — формат кадра,  $k_0$  — коэффициент Келла,  $N$  — число элементов в матрице по горизонтали. В трубочных камерах обычно принимают  $k_0 = 0,7-0,85$ . В полупроводниковых камерах коэффициент Келла зависит от многих факторов, в том числе от количества элементов по горизонтали и их расположения в матрице, применяемого объектива и т. д. По данным работы [23] для ортогонального расположения элементов в матрице  $k_0 = 0,8$  при  $N = 312$  и  $k_0 = 0,87$  при  $N = 520$ . Для шахматного же расположения элементов  $k_0 = 0,91$  при  $N = 312$  и  $k_0 = 0,94$  при  $N = 520$ . Если например  $N = 384$ ,  $K_{ф} = 4/3$ ,  $k = 0,85$ , то в камере ЦТ с мозаичным светофильтром  $M = 250$  ТВЛ. Применение полоскового R, G, B или R, Cy, G светофильтра при той же разрешающей способности по горизонтали требует увеличения числа элементов примерно в 1,5 раза, т. е. в данном примере до  $N = 570$ .

На основе полупроводниковых камер ЦТ и портативных касетных видеомагнитофонов уже созданы моноблочные видеоконтакты для видеожурналистики и бытового телевидения. Фирма Hitachi продемонстрировала моноблочные комплекты видеожурналистики SR-10 и SR-1. Первый из них включает трехматричную камеру SK-1 и касетный видеомагнитофон VHS с лентой 12,7 мм, а второй — ту же камеру ЦТ и более компактный видеомагнитофон с касетой типа CVC с лентой 6,25 мм. Основные параметры моноблочных видеоконтактов SR-1 и SR-10

соответственно: масса 7,5 и 9 кг, потребляемая мощность 14 и 19 Вт, время записи 8 и 20 мин [18].

Первоочередной задачей в области создания бытовых моноблочных видеоконтактов является введение согласованных промышленных стандартов на кассету, магнитную ленту и формат видеофонограммы, так как различные фирмы предлагают различные друг от друга кассеты, ленты и формат записи [5]. Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Фирмы Sony, Matsushita, JVC, Hitachi и Phillips предложили ввести единый стандарт на бытовые моноблочные видеоконтакты, который предусматривает использование одного метода записи и одинаковой компакт-кассеты с шириной ленты 7—8 мм, отличающейся от звуковых компакт-кассет лишь несколько меньшей толщиной. Детальная разработка стандарта продолжается.

Моноблочный видеоконтакт Video-Movie (видео-кино) фирмы Sony включает одноматричную камеру ЦТ на ПЗС с КП с числом элементов  $490 \times 570$  и встроенный касетный видеомагнитофон с временем записи 20 мин. Общая масса видеоконтакта 2 кг, потребляемая мощность 7 Вт, минимальная освещенность на объекте 70 лк, разрешающая способность по горизонтали 250 ТВЛ. Для питания используется 9-В перезаряжаемая серебряно-цинковая аккумуляторная батарея, рассчитанная на 40 мин непрерывной работы. Кассета, в которой помещается 25 м магнитной ленты шириной 8 мм и толщиной 14 мкм, имеет массу 18 г и размеры  $56 \times 35 \times 13$  мм, скорость протяжки ленты 20,2 мм/с. Рабочий слой ленты выполнен из чистого железа и имеет высокую разрешающую способность. При записи используется система двух вращающихся головок (система головки на вращающемся диске). По этому методу вращающийся диск образует воздушную пленку, что дает возможность головке равномерно контактировать с лентой. Воспроизведение записанного фрагмента должно производиться в дополнительном видеомагнитофоне, который подключается к цветному телевизору; применен вариобъектив с трехкратным изменением фокусного расстояния и автоматическим регулированием диафрагмы, видеоискатель оптический.

Моноблочный видеоконтакт Mag. Camera фирмы Hitachi состоит из одноматричной камеры ЦТ на ФД матрице HE 98221 и касетного видеомагнитофона с кассетой размером  $112 \times 67 \times 13,6$  мм, в которой находится усовершенствованная магнитная лента (на основе окиси металла) длиной 115 м, шириной 6,25 мм, толщиной 14 мкм. Время записи 2 ч, скорость протяжки ленты 15,77 мм/с. Масса видеоконтакта 2,6 кг, потребляемая мощность 7 Вт. В нем применена 9-В никель-кадмиевая батарея, обеспечивающая непрерывную работу в течение 30 мин и предусмотрена возможность контрольного воспроизведения видеозаписи. При воспроизведении ручку комплекта с батарейным питанием снимают и затем вводят его в специальный блок воспроизведения с питанием от сети. В этом блоке производится обратная перемотка ленты в кассете и затем осуществляется воспроизведение записи на обычный ТВ приемник. Видеоконтакт снабжен шестикратным вариобъективом и рассчитан на работу при освещенности выше 100 лк. Разрешающая способность по вертикали 350 и по горизонтали 250 ТВЛ. Отношение сигнал/шум 46 дБ.

Фирма Matsushita разработала моноблочный видеоконтакт Micro Video System, состоящий из одноматричной камеры ЦТ на ФД матрице типа CPD и микрокасетами видеомагнитофона с кассетой размером  $94 \times 63 \times 14$  мкм, в которой помещается 103 м высококоэрцитивной ленты с напыленным металлическим покрытием. Ширина ленты 7 мм, а ее толщина 10 мкм, т. е. более чем вдвое меньше толщины стандартной видеоленты. Время записи 2 ч при скорости протяжки 14,3 мм/с. Масса видеоконтакта включая оптический видеоискатель 1,9 кг, потребляемая мощность 4,9 Вт. Для питания используется шесть никель-

кадмиевых перезаряжаемых аккумуляторных батарей карманного фонаря, обеспечивающих 40 мин непрерывной работы.

Разрабатываются также моноблочные бытовые видеокомплекты, в которых применяются однотрубчатые камеры ЦТ на косвикоде. Попытка использовать стандартный 18-мм косвикон (фирма Sanyo) привела к заметному увеличению массы, габаритов и потребляемой мощности видеокомплекта. Для уменьшения этих недостатков фирма Matsushita применила во втором своем видеокомплекте вновь разработанный косвикон уменьшенного размера диаметром 13 мм. В этом косвикоде для повышения разрешающей способности и ее равномерности по полю изображения применены электростатическое отклонение луча электродной системой с распределенными электродами, напыленными на внутреннюю поверхность стеклянной колбы трубки (дефлектор «изогнутая стрела»), и электромагнитная фокусировка. Использование передающих трубок в моноблочных видеокомплектах бытового назначения может несколько приблизить срок их внедрения. Однако фирмы Sony и Hitachi считают, что преимущества полупроводниковых ФСИ — малые габариты, повышенная надежность и упрощенный производственный процесс — обуславливают необходимость их применения в бытовых видеокомплектах [9].

После введения согласованных промышленных стандартов серийное производство бытовых моноблочных видеокомплектов начнется, по-видимому, в 1984—1985 гг. (стоимость комплекта составит 1300—1700 долл.). Ожидается постепенное сокращение производства 8-мм кинокамер, объем сбыта которых уже начал заметно снижаться из-за роста сбыта портативных камер ЦТ с отдельным кассетным видеомагнитофоном, что объясняется такими преимуществами видеосистем, как возможность мгновенного воспроизведения отснятого материала, повторное использование видеокассет, отсутствие необходимости в темном помещении, проекторе и экране.

Таким образом, за рубежом разрабатываются и находятся в стадии промышленного освоения полупроводниковые ФСИ и построенные на их основе камеры ЦТ и моноблочные видеокомплекты различного назначения, в том числе и для видеожурналистики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. К 50-летию изобретения передающей ТВ трубки. — Техника кино и телевидения, 1981, № 9.
2. Миленин Н. К. Цветные телевизионные камеры на матричных формирователях сигналов изображения. — Техника кино и телевидения, 1981, № 4.
3. Малахов И. К. Современные тенденции развития видеоконсв. — Техника кино и телевидения, 1978, № 4.
4. Серия статей по ФСИ и камерам ЦТ в японских журналах. — National Techn. Rep., 1979, 25, N 2; J. Inst. Telev. Eng. Jap., 1981, 35, N3; Broadcast Eng., 1980, 33, N 9; Electron Mag., 1981, 26, N 11, Supplement; Electronics Parts and Materials, 1980, N 5, N 12; Hitachi Rev., 1981, 30, N 4; Japanese Journ. of Applied Physic, 1978, 17, Supplement 17—1; 1979, 18, Supplement 18—1; 1980, 19, April; Techn. Papers. Symp. Inst. Telev. Eng., Jap. TEBS-69-3, ED-555, 1981; (ТКиТ, 1982, N 8).
5. IEEE Transaction on Electron Dev., 1981, № 5; 1982, № 4.
6. IEEE Transaction on Consumer Electronics, 1980, № 2; 1981, № 1—3.
7. 12th Intern. Telev. Symposium, Montreux, Symp. Record, 1981 (ТКиТ, 1982, № 9).
8. Intern. Electron Dev. Meeting, Washington, Techn. Digest, 1979, 1980.
9. Краткие сообщения по полупроводниковым камерам ЦТ и ФСИ. — Электроника, 1980, № 11, 12, 15, 21; 1981, № 11; 1982, № 4.
10. Reimers U. Halbleiter Kontra Röhre. — Funkschau, 1981, № 9.
11. Крамбекс J. Buried channel CCD. Патент США № 3 739 240.
12. Денисенко В. В., Курбатов Л. И., Шахиджанов С. С. О твердотельных камерах с внутренним цветоделением. — Техника кино и телевидения, 1981, № 2.
13. CCD analog VLSI — Technologie der 80er Jahre. — Fairchild — A Schlumberger Co., München, 1981.
14. Poetsh D., Stothard P. FDL-60 — process in film scanning using CCD sensors and digital processing. — Intern. Broadcast Eng., 1981, 12, N 175.
15. Gooding J. N. The development of CCD analog TV line stores. — IEEE Journ. of solid-state circuits, 1981, SC-16, N 3.
16. Pritchard D. H. A CCD comb filter for color TV receiver picture enhancement. — RCA Rev., 1980, 41, march.
17. Nagashima Y. et al. CCD analog processor. — Toshiba Rev., 1980, N 130.
18. All-solid state color TV camera/VTR combination to be marketed by Hitachi Denshi. — IEE, 1982, 19, N 185.
19. McClain B. F. 3-chip cameras. — Broadcast Eng., 1982, 24, N 6.
20. Rhodes Roland. Патенты США № 4 277 801, № 4 288 812.
21. Eine Farbkamera mit CCD — Sensor. — Elektronik Infrmr., 1982, N 1.
22. National technical report, 1982, 28, N 2, N 3.
23. Reimers U. Auflösungsreuzen in Fernsehcameras mit Halbleiter Bildsensoren. — Fernseh- und Kino-Technik, 1981, № 8.

## Лейпцигская весенняя ярмарка 1983 г.

Как подчеркивают организаторы, главной особенностью Лейпцигской весенней ярмарки 1983 г., которая будет работать 13—19 марта, является сознательная ориентация ярмарки 1983 г. на широкое применение микроэлектроники в науке, производстве, обслуживании — во всех сферах деятельности человека. «Программированная эффективность посредством микроэлектроники» — так определена ведущая тема весенней ярмарки этого года.

Объявлено, что на ярмарке будет представлено около 9000 экспонентов различных стран всех континентов. На пример в экспозициях по отрасли «Прецизионные приборы» будут широко представлены оптические приборы, в которых используются элементы периферийной микроэлектроники.

Ведущим направлением по отрасли «Техника связи» является продолжающийся переход к цифровым системам.

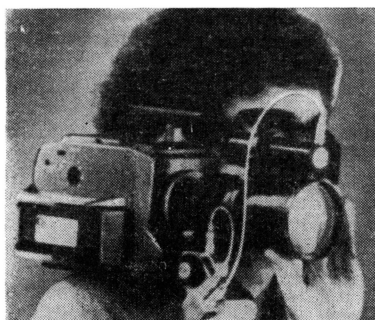


## Съемка и проекция кинофильмов

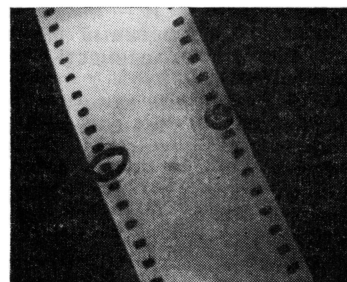
УДК 778.531:771.531.352

Самая легкая профессиональная 16-мм кинокамера, BKSTS Journ., 1982, 64, № 10.

Фирма Cinema Products (США) выпустила новое поколение 16-мм кинокамер GSMO (см. рис.) с кассетной зарядкой киноплёнки и рядом других значительных усовершенствований. Масса камеры с кассетой на 30 м (без объектива и киноплёнки) менее 3,5 кг, как отмечается,



должны быть предварительно проверены на устойчивость изображения посредством специального кинопроектора, снабженного контргрейфером. Большое значение для устойчивости комбинированного киноизображения, полученного по методу многократной экспозиции, имеет точность перфорирования киноплёнки и условия ее хранения. Коробки с киноплёнкой должны вскрываться непосредственно перед съемкой, а обработка плёнки должна производиться немедленно после съемки.



самая малая для профессиональных 16-мм камер. Возможно применение и стандартных кассет на 120 м. Электронные узлы кинокамеры основаны на применении гибридных микросхем. Обеспечена возможность съемки на скоростях от 12 до 64 кадр/с с кварцевой стабилизацией синхронных скоростей 24, 25 и 30 кадр/с (последняя скорость предназначена для съемки ТВ хроники и кинорекламы, демонстрируемой в соответствии с американским ТВ стандартом NTSC). Уровень шума работающей кинокамеры не более 28 дБА на расстоянии 1 м от плоскости фильмового канала. Регулируемый зеркальный видоискатель может занимать 32 положения и удобен для работы при съемке как с рук, так и со штатива. Предусмотрена возможность медленного вращения обтюратора и его остановки в открытом положении для осмотра кадрового окна. Ил. 2.

Л. Т.

УДК 778.534.7

Техника комбинированной киносъемки по методу фронтпроекции. Samuelson D. BKSTS Journ., 1982, 64, № 10.

Рассмотрено влияние различных факторов на качество получающегося фонового изображения при комбинированной киносъемке по методу фронтпроекции: размера фонового экрана, зернистости проецируемого киноматериала, его оптического качества, изображения и т. д. Для предварительной съемки фоновых материалов, подлежащих проекции при комбинированной съемке, рекомендуется использовать кинокадр возможно большего размера (в частности, использовать «немой» кинокадр 25×19 мм), наилучшие типы съемочных объективов (при оптимальной диафрагме). Особенно целесообразно применение 35-мм формата Vista Vision или 65-мм киноплёнки. Кинокамера при съемке фоновых материалов должна располагаться на прочном металлическом штативе.

Фоновые киноматериалы, полученные в фильмотеке,

При съемке фильмов «Супермен I» и II для обеспечения максимальной устойчивости фонового изображения на первых метрах киноплёнки измеряли размеры четырех последовательных перфораций, приходящихся на каждый кадр, с целью выявления предпочитаемой перфорации, которую принимали за базовую для введения заполняющего зуба контргрейфера, и специально маркировали (см. рис.). Фоновые материалы следует печатать на копираппарате прерывистой печати на плёнках с негативной перфорацией (Bell—Howell).

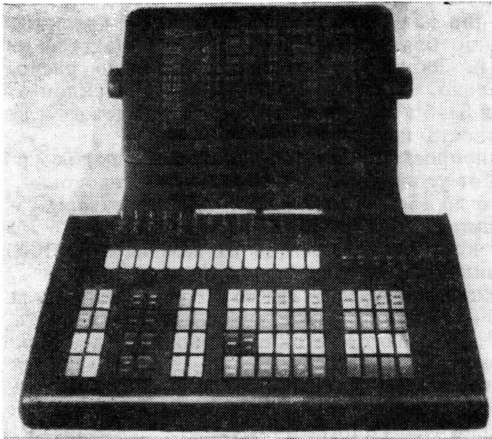
Рассмотрены также требования к обеспечению правильного соответствия размеров, перспективы, фокуса и освещения в фоновом изображении и сцене переднего плана. Рассмотрена возможность применения статических фоновых изображений при комбинированной киносъемке. Ил. 13.

Л. Т.

УДК 778.534.7

Устройство для автоматического управления движением кинокамеры, McHugh T. BKSTS Journ., 1982, 64, № 10.

Применение компьютерной техники открывает безграничные возможности для съемки мультимедийных и комбинированной съемки. Фирма Interactive Motion Control (IMC) после многолетней работы в областях космической техники, связи и управления производством занялась применением компьютеров в кинопромышленности; в результате появились трюковые съемки в ряде американских художественных и телевизионных фильмов. Было создано также специальное компьютерное устройство IMC 3565 для автоматического управления движением 35- или 65-мм кинокамеры (возможно приспособление для 16-мм формата и Vista Vision). Габариты устройства 91×61×76 см; клавиатура и дисплей отделены от него и могут быть установлены на столе (рис.). Обеспечено 16 каналов управления движением кинокамеры (вверх-вниз, влево-вправо, назад, слежение за фокусом и т. п.)



посредством 82 функционально окрашенных клавиш. Во избежание случайного включения клавиши рассчитаны на двукратное нажатие для начала выполнения операции.

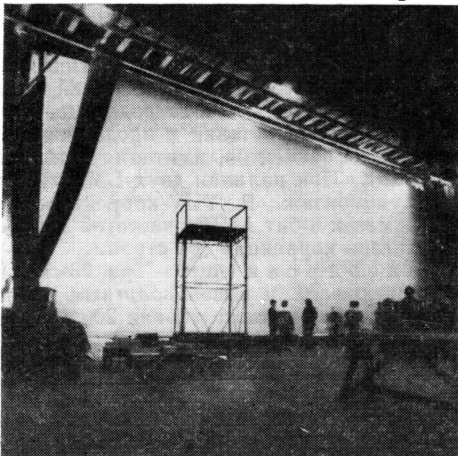
Устройство содержит микрошаговые приводы, обеспечивающие один оборот электродвигателя за 800, 1600 или 6400 импульсов, что позволяет с помощью электроники выбирать необходимое передаточное отношение в любом из каналов движения камеры. Специальные датчики ограничивают пределы ее перемещения. Вся информация о необходимых перемещениях камеры и объектива записывается на диске и служит для последующего автоматического точного исполнения программы. Сохранена возможность быстрой ручной корректировки программы в процессе ее исполнения. Приведены примеры применения устройства. Ил. 5.

Л. Т.

УДК 778.534.7

**Обзор современных методов комбинированной киносъемки.** На р е В. VKSTS Journ., 1982, 64, № 10.

В 1982 г. на киностудии Pinewood (Великобритания) состоялся семинар по вопросам комбинированной киносъемки. Участникам семинара было продемонстрировано оборудование киностудии. Огромный просветный синий экран (см. рис.) размером  $27 \times 9$  м освещен с тыльной стороны 500-ми люминесцентными лампами, переключаемыми в момент киносъемки на электропитание постоянным напряжением (во избежание мельканий на снимаемом масочном изображении). В дальнейшем планируется замена постоянного напряжения высокочастотным переменным.



Наряду с системой фронтпроекции было показано много ТВ оборудования для подготовки и проведения киносъемки (и в частности комбинированной), а также послесъемочных операций.

На студии Pinewood разработана система Slitscan, позволяющая фотографическим путем изменять геометрические размеры и форму изображения подобно тому, как это осуществляется в телевидении. Площадь кадра разделяется на большое количество частей (полос), каждая из которых экспонируется последовательно после определенного смещения кинокамеры по трем осям координат или ее вращения. Движение камеры определяется точно и может быть многократно повторено посредством специального компьютера.

В докладах были рассмотрены: система Dynamition (сочетание подвижных макетов, кукол на переднем плане с изображением актеров на фоновом экране), применяемая, в частности, для изображения различных чудовищ; воспроизведение пиротехнических эффектов (взрывов); оптические насадки к кинокамерам (в частности, перископическая насадка Sporkel для съемки с уровня земли или под водой); автоматическое прецизионное управление движением и вращением камеры, а также моделей относительно трех осей координат с точностью до 0,025 мм; устройство Cloud Tank (облачный бак) для съемки искусственных облаков; применение моделей и макетов с гидравлическим или пневматическим управлением; высокоскоростная киносъемка макетов (до 120 кадр/с, в ближайшем будущем до 360 кадр/с); метод дорисовки, обеспечивающий сочетание изображений реальных объектов с нарисованными, и т. п. Ил. 23.

Л. Т.

УДК 778.53:681.327.67:681.325.5—181.4

**Система памяти для киносъемочных аппаратов, видеокамер и магнитофонов.** В е а u v i a l a J. P. SMPTE Journ., 1981, 90, № 1.

Специалистами французской фирмы Aaton разработан метод установки на съемочном аппарате, видеокамере и магнитофоне генератора синхримпульсов на микропроцессорах и блока памяти в целях облегчения последующей синхронизации и сопоставления регистрируемых материалов. Аппаратура обеспечивает существенную экономию времени и материальных затрат в монтажно-тонировочном периоде; особенно она удобна при многокамерной съемке.

Введение микропроцессорных схем требует лишь незначительных переделок съемочного аппарата, видеокамеры и магнитофона. При установке по задающему генератору один раз в сутки система обеспечивает ежесекундную регистрацию всей необходимой информации по каждому дублю включая временные отметки, его начало, конец и т. д. путем экспонирования по краю кадра или записи сигналов типа пилот-тон на центральной дорожке звуковой магнитной ленты.

Все сведения фиксируются в памяти с произвольной выборкой данных или на постоянном запоминающем устройстве и в конце съемочного дня поступают в коллектор информации. В системе принят стандартный американский код для обмена информации ASCII, что дает возможность подсоединить коллектор информации к стандартному печатающему устройству, выдающему табуляграмму с точным (до секунды) указанием времени работы съемочного аппарата, видеокамеры и магнитофона, используемую при монтаже.

А. Х.

УДК 778.53.058.1

**Съемка с вертолета.** Amer. Cinematogr., 1982, 63, № 3.

Съемка с вертолета рассматривается как продолжение съемки с использованием тележки и операторского крана. Излагаются требования, предъявляемые к оператору и пилоту. Подчеркивается важная роль последнего для достижения хороших результатов. Указывается на необходимость тщательной подготовки вертолета к съемке, в первую очередь обеспечение строгого совпадения плоскостей вра-

шения несущего и заднего винтов. Контроль их регулировки можно проводить с помощью куска закрепляемой на длинном шесте ткани, которая подносится к концам работающих на малых оборотах лопастей, предварительно натертых мелками разных цветов. Другой способ заключается в использовании источника стробоскопического света для обеспечения видимой неподвижности лопастей, позволяющей выполнять их регулировку.

Подчеркивается, что перемещение вертолета следует определять относительно направления ветра, а не поверхности земли. В ходе съемки необходим строгий учет распределения воздушных потоков и изменения положения корпуса вертолета при переходе от зависания к полету и смене направлений во избежание неоправданного смещения линии горизонта в кадре.

А. Х.

УДК 791.45

**Яркость экрана на автомобильных киноплощадках, Weiser J. S. SMPTE Journ., 1982, 91, № 8.**

За последнее десятилетие в кинопроекционной технике для автомобильных киноплощадок в США и Австралии появились изменения, отраженные в данной статье и проекте рекомендации SMPTE RP12.

Заметно уменьшились размеры киноэкранов, что вызвано тенденцией к многоэкранному кинопоказу, аналогичному многозальным кинотеатрам. Если раньше экраны для автокиноплощадок нередко имели размер  $33 \times 16,5$  м, то теперь на многоэкранной автокиноплощадке он может быть уменьшен до  $18 \times 9$  м. Однако на одноэкранных автокиноплощадках экраны иногда достигают  $54 \times 27$  м.

Экраны могут быть выполнены из бетона, гипса, листовых стали, гофрированного алюминия, фанеры, камня, металлического проката и других материалов с отделкой поверхности на месте. После 3—5 лет эксплуатации экранную поверхность реставрируют нанесением (распы-

лением или накаткой) белой акриловой краски; мыть экран можно брандспойтом (с помощью местной пожарной команды). Экранная поверхность обычно располагается вертикально, иногда предусматривается наклон в сторону зрителей  $3-5^\circ$ ; это улучшает защиту от дождя и повышает освещенность изображения.

В кинопроекторах для автокиноплощадок наметился переход от угольных дуговых ламп на ксеноновые. Экраны шириной до 15 м обслуживают кинопроекторы с ксеноновыми лампами 3 кВт, более 15 м — 4 или 4,5 кВт. Срок службы ксеноновых ламп до их замены 800—1000 ч (при ежедневной нагрузке 6 ч).

Проекционное расстояние на автокиноплощадках составляет 90—330 м. Средняя максимальная яркость экрана  $27 \text{ кд/м}^2$ , но имеются автокиноплощадки, где яркость экрана ниже нормы и составляет  $10-17 \text{ кд/м}^2$ . На австралийских автокиноплощадках измерены яркости экрана  $5 \text{ кд/м}^2$ . Применяются следующие типы кинопроекторов: Century DA (США), Victoria 8 (Италия), Toshiba TP10 (Япония), Philips DP70 и DP75 (Нидерланды), Gaumont Kalee 21 (Англия).

Отмечены трудности в обслуживании автокиноплощадок: недостаточный уход за оборудованием, приводящий к снижению яркости экрана, большой уровень засветки экрана от неба и окружающего освещения.

В проекте рекомендации RP12 устанавливается оптимальная яркость экрана для автокиноплощадок  $55 \pm 7 \text{ кд/м}^2$ ; минимально-допустимая  $24 \text{ кд/м}^2$  для автомобилей, расположенных в центре и  $15 \text{ кд/м}^2$  для любого расположения автомобилей. Цветовая температура света, отраженного от экрана,  $5400 \pm 400 \text{ К}$ . Различия в яркости экрана при переходах с поста на пост не должно превышать 10%, а при переходе с одного формата изображения на другой 15%.

Л. Г.

## Телевидение

УДК 621.397.13

**Комплект аппаратуры для ТВ высокой четкости, prospect Sony high definition video systems.**

На выставке Photokina-82 фирма Sony с большим успехом продемонстрировала комплект аппаратуры для системы ТВ высокой четкости (ТВЧ), предложенной японской вещательной компанией NHK. Система имеет следующие значения основных параметров: число строк в кадре 1125; полевая частота 60 поле/с; кратность чересстрочной развертки 2; формат изображения 3 : 5; ширина полосы частот видеоканала 30 МГц. В системах ТВЧ передается в 5—6 раз больше информации, чем в системах PAL, SECAM, NTSC. По данным фирмы Sony, цветопередача и четкость ТВЧ-изображения полностью соответствуют аналогичным параметрам киноизображения, получаемого при показе 35-мм фильмов.

В комплект входят: телекамера с блоком управления, видеомагнитофон с корректором временных искажений, видеопроектор, цветные мониторы и волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Комплект предполагается дополнить телекинодатчиком, аппаратурой кинозаписи (tape-to-film recorder) и аппаратурой видеоэффектов.

Аппаратура ТВЧ имеет следующие характеристики.

**R G B - т е л е к а м е р а.** Три 25-мм сатикона с электростатическим отклонением и магнитной фокусировкой; напряжение на мишени 510 В. Светоделительный призмный блок с  $\bar{\sigma}=1,4$ . Точность совмещения в зонах 1, 2 и 3 соответственно 0,025, 0,05 и 0,1%. Разрешающая спо-

собность 1200 ТВЛ. Объектив с  $\bar{\sigma}=1,6$ ; диапазон фокусных расстояний 12,5—175 ( $14^\times$ ) с возможностью применения насадки  $2^\times$ . Чувствительность 2200 лк (коэффициент отражения на белом 90%) при  $\bar{\sigma}=4$  и цветовой температуре 3200 К. Видискатель на 18-см кинескопе.

**Y U V - в и д е о м а г н и т о ф о н.** Базовый аппарат BVH-1100, ЧМ-запись. Ширина полосы частот сигналов Y, U, V 22 и 10 МГц соответственно. Время записи 48 мин (катушка V-16-96 с 25-мм лентой). Скорость ленты 48 см/с. Ширина полосы частот звуковых каналов 50 Гц — 15 кГц, неравномерность  $\pm 1$  дБ; отношение сигнал/шум выше 58 дБ. Коэффициент нелинейных искажений меньше 1%; коэффициент детонации (1- и 2-го рода) меньше 0,08%. Видеомонтаж в режимах вставки и продолжения; предусмотрены просмотр фрагментов, имитация монтажа и автоматический откат. При наличии двух ВМ возможен автоматический звукомонтаж. В YUV-корректоре временных искажений применен 8-бит АЦП с частотой дискретизации 49,1 МГц; диапазон коррекции  $\pm 2$  строки.

**R G B - в и д е о п р о е к т о р.** Три 23-см кинескопа с углом отклонения  $70^\circ$  и высоковольтным напряжением 29 кВ. Размеры проекционного экрана  $200 \times 120$  см, коэффициент направленности 12, максимальная яркость  $86 \text{ кд/м}^2$ , контраст 40 : 1. Три проекционных объектива с  $\bar{\sigma}=1,6$  и  $f=170$  мм. Ширина полосы частот видеоканала 30 МГц (на уровне  $-1$  дБ). Точность совмещения 0,5 мм в центре и 1,5 мм в углах. Разрешающая способность 800 ТВЛ.

RGB - видеомонитор. 61-см (43-см) тринитрон высокой четкости с углом отклонения 90°. Шаг отверстий маски 400 мкм (300 мкм). Число триад 1371 (1265) при формате изображения 1 : 1,85. Ширина полосы частот видеоканала 30 МГц (на уровне — 1 дБ), 50 МГц на уровне — 3 дБ. Яркость экрана 137 кд/м<sup>2</sup>. Геометрические искажения меньше 1%. Точность сведения (применена цифровая система) 0,4 мм (0,5 мм).

ВОЛС. АЧХ 10 Гц — 30 МГц (неравномерность ±0,5 дБ); ширина полосы частот 40 МГц (на уровне — 3 дБ). Длина линии 1 км (при отношении сигнал/шум 50 дБ и ширине полосы частот 30 МГц). Нестабильность уровня выходного сигнала ±0,1 дБ. Рассовмещение RGB-сигналов меньше 5 нс. Неравномерность характеристики ГВЗ ±5 нс (на частоте 30 МГц). Легкий световод (кабель длиной 500 м имеет массу 25 кг) малого диаметра 6 мм; 5 волокон в одном кабеле. Единый 5-волоконный разъем.

Фирма Sony считает, что системы ТВЧ составят техническую основу будущего вещательного ТВ, причем телезрители смогут получать ТВЧ-программы либо через спутники связи, либо по ВОЛС. Фирма прогнозирует также бурное развитие видеокинопроизводства. Здесь в основном будет применяться видеосъемка при помощи телекамер и видеомагнитофонов, однако использование киносъемки не исключается. При этом кинофрагменты на 35-мм пленке будут воспроизводиться телекинодатчиком и перезаписываться на ТВЧ-видеомагнитофон. Киновидеосигнал будет подаваться на видеомонтажный пульт наравне с сигналами других датчиков при компоновке результирующей 25-мм видеофонограммы.

Смонтированные видеофонограммы предлагается использовать следующим образом. Во-первых, они будут служить источником сигнала для аппаратуры кинозаписи, предназначенной для изготовления 35-мм кинофильма-оригинала. Кинопротатные фильмокопии поступят в обычные кинотеатры. Во-вторых, ТВЧ-видеофонограммы позволят получить видеосигнал, передаваемый по спутниковым или волоконнооптическим линиям связи в так называемые видеотеатры, оборудованные видеопроектором с большим экраном. В третьих, планируется организовать тиражирование видеокопий (т. е. перезаписанных видеофонограмм), поступающих в сеть «видеопроката» с многочисленными видеотеатрами.

В настоящее время комплекты ТВЧ экспериментально используются в видеокинопроизводстве нескольких художественных кинофильмов.

В. Х.

УДК 621.397.13

**Развитие технологии и совершенствование оборудования для телевизионных систем с высокой четкостью, IEE, 1982, 19, № 188.**

Япония является лидером в разработке технологии и производства оборудования для вещательных систем с высокой разрешающей способностью, отличающихся более четким изображением, чем у ТВ вещательных систем, используемых в настоящее время.

Выпущены опытные образцы передающей трубки, камеры, видеомагнитофона, воспроизводящего оборудования, передающего оборудования и другой аппаратуры для ТВ системы с высокой разрешающей способностью. В будущем японская телекомпания NHK будет более энергично способствовать организации серийного производства этой новой аппаратуры, содействовать всемирной унификации ТВ форматов.

В результате растет общественный интерес к этим ТВ системам. По сравнению с такими вещательными службами, как служба телетекста или служба передачи неподвижных изображений. ТВ вещание изображений с высокой разрешающей способностью, по-видимому, будет сначала улучшением систем телевещания, используемых в настоящее время; а по существу, это совсем другая технология. Действительно, ее можно уверенно воспринимать как но-

вый носитель. Существует твердое мнение среди информированных обозревателей, что телевидение с высокой разрешающей способностью — это необходимый элемент для наступления эры будущих настенных телевизионных приемников и телевизоров с большим экраном.

Т. Н.

УДК 534.852

**Принятие в США 12,7-мм вещательного формата видеозаписи, IEE, 1982, 19, № 187.**

Компания Matsushita сообщила, что фирма Ampex (США) приняла разработанный компанией 12,7-мм формат видеозаписи для использования в вещании, он получил название М-формат. Профессиональная видеосистема М-формата, использующая 12,7-мм кассеты VHS, может быть скомпонирована в виде моноблочного видеокомплекта для применений в видеожурналистике и в студийном видеопроизводстве.

Признавая лучшие портативность и качество изображения системы М-формата по сравнению с обычными системами 19-мм формата, две японские компании, производящие вещательное оборудование, Hitachi и Ikegami, сообщили в апреле 1982 г., что они приняли систему М-формата и представили свои системы на съезде NAB в этом году.

Для решения проблем, связанных с обычными системами видеозаписи, в системе М-формата цветная телекамера вещательного качества и видеомагнитофон объединены в один блок. Размер и масса новой видеокамеры составляют около 2/3 размера и массы обычных систем 19-мм формата. Соединительных приводов нет, что позволяет одному оператору иметь неограниченный доступ к программному материалу. Хотя система М-формата использует гораздо более узкую 12,7-мм ленту и более компактна, чем обычные 19-мм видеомагнитофоны, качество изображения значительно превосходит качество 19-мм видеозаписи.

Т. Н.

УДК 621.397.331.29

**Телевидение будущего, Z a n t e n N. Office Equipment News, 1982, февраль.**

За последние два года появились новые типы программ и информационные каналы, например службы Prestel, Ceefax, Oracle и Teletext. Но и телевидение изменилось за последние два десятилетия, ТВ изображение стало цветным, изменились и размеры ТВ приемника.

Современное телевидение гораздо сложнее, чем телевидение шестидесятых годов. Несомненно, самым большим усовершенствованием будет появление плоского экрана (пионером в этой области является фирма Sinkler). Сейчас технически возможно производить ТВ приемники глубиной 2,5 см и даже порядка толщины кредитной карточки. Это позволит выпускать телеприемники карманного размера, которые можно носить с собой или вешать дома на стену, как картину.

Плоский экран фирмы Sinkler работает по принципу электронно-лучевой трубки. Но отличие состоит в том, что в новом типе электронной трубки электронная пушка располагается вдоль края экрана, а проецируемые электроны отражаются специальными пластинами вбок налицевую поверхность трубки. Так как электроны проходят меньшее расстояние, то изображение на экране получается ярче. Поэтому для такой трубки требуется только часть той энергии, которую получает обычная ТВ трубка.

Т. Н.

УДК 621.397.6(064)

**Международная выставка телевизионной аппаратуры, L a w e s T. BKSTS Journ., 1982, 64, № 11.**

В рамках международного съезда по телевидению Intern. Broadcasting Convention (IBC-82) в сентябре 1982 г. в Брайтоне (Великобритания) проходила выставка новой телевизионной аппаратуры и оборудования. Даны описания некоторых экспонатов.

Известные фирмы Ampex и Kudelski объединились для создания революционно-новой конструкции портативного видеомагнитофона VPR-5, рассчитанного на 25,4-мм видео-



ленту и имеющего массу (вместе с электропитанием) 6,8 кг. Продолжительность непрерывной записи—воспроизведения 20 мин. Фирма Ampex также выпустила кассетную видеокамеру ARC-10 с встроенным видеомагнитофоном для 12,7-мм видеоленты.

Фирма Rank Cintel представила многоформатный двухтрактный цифровой телекинопроектор ADS1 (см. рис.), который обладает наибольшей экономичностью и наименьшей стоимостью и габаритами по сравнению с аналогичными конструкциями. Встроено уникальное устройство для маскирования на изображении следов пыли, царапин и различных пятен, имеющих на киноленте. Другие экспонаты — цифровой теледиапроектор (с большим хранилищем диапозитивов и собственным микропроцессором) Slide File и система программирования телекинопередатчика Amigo, более совершенная, чем система Торсу и предназначенная для ее замены.

Также отмечены новые изделия фирм Agfa-Gevaert (видеоленты PEV 500 и PEV 297, видеокассеты U-matic), Aston (генераторы субтитров), Bell-Howell A-V (цветные телекамеры, видеомикшеры и т. п. На выставке представили свое оборудование около 40 фирм. Ил. 26.

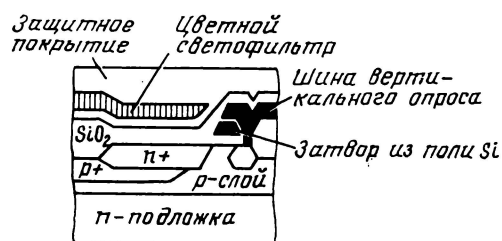
Л. Т

УДК 621.396.6

**18-мм МОП-фотоматрица для цветного телевидения,** А о к и М. IEEE Trans. on Electron Dev., 1982, 29, № 4.

С сохранением трехмикронных норм проектирования МОП БИС фирма Hitachi переработала свою фотодиодную матрицу  $485 \times 384$  элемента под 18-мм формат оптического изображения, стандартизованный для прикладных и бытовых камер ЦТВ. Размеры элементов  $p^+r^+rp$ -фотодиодной структуры (см. рис.)  $23(H) \times 13,5(V)$  мкм, площадь светочувствительного поля  $8,83 \times 6,65$  мм<sup>2</sup> и чипа  $10 \times 8,5$  мм<sup>2</sup> вместо прежних  $34 \times 20$  мкм,  $13,1 \times 9,7$  мм<sup>2</sup> и  $15 \times 11,1$  мм<sup>2</sup>. При этом с одной 75-мм пластины кремния снимают 33 прибора вместо 18, что пропорционально удешевляет их.

Единственное качественное отличие 18-мм матрицы HE98221 от 25-мм прототипа — замена наклеиваемого RGB светофильтра монолитным комплементарным из го-



лубых (Cy), желтых (Je), зеленых (G) и нейтральных (W) ячеек, который вдвое эффективнее по оптическим свойствам. Соответственно при считывании формируют не два видеосигнала (G и R/B) на двух выходах, а четыре (W, G, Cy, Je) на четырех выходах. Эти сигналы подвергают интегрированию на период тактовой частоты со сбросом для устранения коммутационных выбросов МОП-ключей и затем преобразуют в  $R = (W + Je) - (G + Cy)$ ,  $B = (W + Cy) - (Je + G)$ ,  $J = (W + Cy) + (Je + G)$ .

Прямое сравнение показывает, что переход на 18-мм оптический формат не ухудшил параметров матрицы  $485 \times 384$  элементов (первый столбец — HE98221), второй — 25-мм матрица):

Чувствительность, нА/лк . . . . .	9	6
Максимальный сигнал, мкА . . . . .	2	4
Структурная помеха, нА . . . . .	5—15	10—40
Темновой шум, нА . . . . .	1,7	3
Динамический диапазон, дБ . . . . .	61	52
Разрешение, лин		
по горизонтали . . . . .	280	280
по вертикали . . . . .	350	350
Потребляемая мощность, мВт . . . . .	25	30

Минимальная рабочая освещенность в камерах ЦТВ с оптикой 1 : 1,4 для 18-мм матриц 500 лк, тогда как для приборов 25-мм формата 3000 лк. Таким образом потери чувствительности перекрыты улучшением светофильтра и лучшим подавлением помех в выходных видеосигналах. Ил. 12, табл. 3, сп. лит. 13.

И. М.

УДК 621.397.13:534.86.

**Система передачи двух звуковых сигналов в ТВ сигнале по системе СЕКАМ,** Менджика Е. Радио телевидение, 1982, XXXII, № 4.

Рассмотрен принцип работы системы, разработанной в Научно-исследовательском центре радио и телевидения в Варшаве и позволяющей передавать в ТВ сигнале по системе СЕКАМ два цифровых звуковых сигнала высокого качества. Приведено описание опытной аппаратуры и результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью проверки качественных показателей системы.

Разработанная система работоспособна и может быть использована в условиях нормальной эксплуатации. Система работает правильно, когда в канале передачи не используются схемы фиксации уровня черного, что предъявляет строгие требования на высокую устойчивость схем кодирующего и декодирующего устройств к искажениям, вызванным сигналами низких частот. Отмечено также, что необходимую надежность цифровой передачи можно обеспечить на обычных ТВ линиях связи. Ил. 4.

Н. Л.

УДК 621.397.618.3:778.535.7:681.3

**Формирование титров в цифровой ТВ аппаратуре,** Бордюков Г. Ф., Ларионов С. А., Серов А. А. Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1982, вып. 4(36).

В ТВ аппаратуре IV поколения — аппаратуре цифрового телевидения — на вход устройства формирования силуэтного сигнала титров будут поступать цифровой ТВ сигнал. Рассмотрены варианты построения цифровых устройств формирования силуэтных сигналов титров, а также методы формирования сигналов оконтуривания титров, применяемого для улучшения субъективного восприятия изображения титров. Показана практическая возможность реализации таких устройств на базе микросхем широкого применения серии К500. Ил. 6, сп. лит. 3.

Н. Л.



## Запись и воспроизведение звука

УДК 681.846.7

**Новая модель аппарата магнитной записи звука,** Kieess G. SMPTE Journ., 1982, 91, № 9.

Новый аппарат магнитной записи на перфорированной магнитной ленте MB 51, разработанный фирмой W. Albrecht (ФРГ), имеет лентопротяжный механизм с управляемым микропроцессором ведущим электродвигателем, что исключает необходимость применения механических фильтров и маховиков и обеспечивает возможность синхронного движения магнитной ленты при ускоренной перемотке. Аппарат может работать с лентами 16; 17,5 и 35 мм. При переходе с одного формата на другой достаточно сменить безыстировочный блок магнитных головок и несколько роликов. Скорость перемотки 750 кадр/с для формата 16 мм и 300 кадр/с для форматов 17,5 и 35 мм. Номинальная скорость перемотки достигается через 3 с после включения. Движение магнитной ленты может быть синхронизировано по временному коду с кинопроектором PB 51 той же фирмы или с видеомагнитофоном.

Фрикционный привод ленты производится ведущим валом без прижимного ролика с охватом ленты 180°. В лентопротяжном тракте имеется всего семь роликов, что упрощает зарядку. Механические датчики натяжения установлены вблизи сматываемого и наматываемого рулонов. Используются ведущий и два боковых электродвигателя постоянного тока с небольшим моментом инерции. Блок магнитных головок состоит из трех головок, установленных на небольшом расстоянии друг от друга для возможности вписывания. При достижении скорости перемотки 70 кадр/с лента автоматически отводится от головок. Лентопротяжный механизм собран на одной жесткой дюралюминиевой панели. Движение ленты управляется микропроцессором серии MC 48 на двух кристаллах. Один кристалл управляет натяжением ленты, а другой используется для коррекции скорости движения. Натяжение регулируется с большой точностью для рулонов ленты на полиэфирной основе диаметром 50—390 мм (длина 1200 м). Управление механизмом производится при помощи микропроцессоров и логических схем, срабатывающих при нажатии соответствующих кнопок управления. Механизм также может управляться сигналами пилот-тона частотой 50 или 60 Гц с числом кадров 25 или 24 в секунду.

Коэффициент детонации механизма менее  $\pm 0,05\%$ . Переход от скорости перемотки к номинальной производится без промежуточных переключений. Все звуковые электронные блоки имеют небольшие размеры и модульную конструкцию и установлены внутри кожуха. Акустический шум работающего аппарата менее 40 дБ. Дополнительное преимущество аппарата MB 51 — небольшая площадь, занимаемая в студии.

Кинопроектор PB 51, предназначенный для совместной работы с аппаратом MB 51, имеет аналогичную конструкцию лентопротяжного механизма. Изображение проектируется системой голоскоп с оптической компенсацией, в которой используется поляя стеклянная призма с 24 гранями. Ил. 7, сп. лит. 7.

Ц. А.

УДК 681.84.083.8

**Новый высококачественный аппарат магнитной записи на перфорированную магнитную ленту,** Portlock M. BKSTS Journ., 1982, 64, № 8.

Фирма Rank (Англия) выпустила аппарат FeRRIT — новый аппарат записи на перфорированную магнитную ленту формата 16; 17,5 или 35 мм для студийного озвучивания и дублирования кинофильмов. Вместо разрезания фильма на отдельные кольца в соответствии со старой технологией в новом аппарате отдельные участки фильма, подлежащие озвучиванию или дублированию, движутся одновременно с магнитными лентами по способу электронной петли в прямом и обратном направлениях. После записи нескольких дублей из них отбирается лучший и аналогичная операция проводится для следующей

частью участка. С помощью временного кода фонограмма может быть синхронно переписана на видеомагнитофоне. Электронный привод в системе стабилизации движения магнитной ленты обеспечивает сокращение пусковых периодов. Продолжительность пуска от 0 до 25 кадр/с составляет 0,1 с, максимальная скорость перемотки 500 кадр/с. Переход от перемотки к номинальной скорости вперед осуществляется за 6 с. Возможность вписывания обеспечивается автоматической компенсацией расстояния между магнитными головками стирания и записи.

Новая технология значительно ускоряет процесс производства кинофильмов, что дает большой экономический эффект. Ил. 4.

Ц. А.

УДК 778.582:778.534.45]:681.322

**Монтаж шумов с помощью ЭВМ,** Garratt A. Amer. Cinem. 1982, 63, № 7.

Описано использование автоматизированной цифровой системы монтажа звуков ACCESS для подготовки фонограммы шумов. Система базируется на 12-разрядном аналого-цифровом преобразователе, который работает с частотой 50 кГц.

На первоначальном этапе звукооператор или его ассистент с помощью терминала, снабженного функциональной клавиатурой, программирует подробную информацию о запрашиваемом шуме и какадровой синхронизации. Предварительный отбор шумов производится без прослушивания, исходя из подробного описания, имеющегося в фонотеке шумов и отображаемого на видеоэкране. Информация передается в вычислительную машину, которая находит необходимые шумы, хранящиеся в цифровой форме в фонотеке и, если нужно, обеспечивает воспроизведение всего отобранного материала на микшерном пульте, при этом возможна замена шумов.

В процессе монтажа звукооператор может в доли секунды переходить от одного эффекта к другому, преобразуя или пропуская различные участки записей. Команды передаются в запоминающее устройство и воспроизводятся мгновенно в полном синхронизме с изображением, предварительно переведенным на видеоленту и снабженным временным кодом для визуального контроля синхронности. Время поиска системы менее 55 мс. В ходе работы звукооператор поочередно или одновременно может изменять следующие параметры шумов: продолжительность, громкость, высоту звучания, степень коррекции. С помощью системы ACCESS, имея однородный шум вертолета, можно получить звуковую картину, имитирующую включение его двигателя, подъем, полет и приземление. Увеличение времени звучания достигается за счет повторения ЭВМ первоначального шумового эффекта как бы в виде непрерывного кольца, при этом отсутствие заметных стыков обеспечивается высокой скоростью срабатывания системы. Модуляция высоты и тонального звучания шумов производится за счет изменения скорости подачи цифрового сигнала на аналоговый преобразователь, переводящий шумы из цифровой формы в аналоговую при записи и воспроизведении. Этот эффект можно сравнить с получаемым при транспозиции, но без плавания или вибрации звука. Общая высота звучания может быть поднята на две или опущена на одну октаву переключением ручки потенциометра с одновременной регистрацией в памяти ЭВМ.

Произвольная выборка данных позволяет осуществлять монтаж внутри отдельного шумового эффекта в ходе прослушивания нажатием клавиши на клавишном пульте ЭВМ в начале и конце выбранного отрезка. (При монтаже речевой фонограммы длительность составляет приблизительно 1/4 видеокadra или 8 мс). Имеется клавиша для получения больших звуковых отрезков, равных 3,6 с.

Коррекция осуществляется шестью потенциометрами и также регистрируется в памяти машины. Продолжительность монтажа шумов для одной части картины с по-

мощью системы ACCESS — 12 ч, а при обычном способе она составляет неделю.

По завершении монтажа и обработки шумов машина печатает команды для синхронной записи фонограммы. Она обеспечивает автоматическое включение и отключение магнитофона на нужных кадрах. Запись может производиться на 16- и 35-мм магнитной ленте или видеоленте шириной 12,7; 19; 25,4; 50,8 мм. Система обеспечивает долговременное хранение всей информации в цифровой форме.

А. Х.

УДК 621.375.029.4

**Обратная связь, чувствительность и устойчивость мощного усилителя звуковой частоты,** Сеггю Е. М. JAES, 1982, 30, № 5.

Большинство мощных усилителей собрано по типовой схеме: двухходовый первый каскад с эмиттерной связью между транзисторами каскада, каскад по схеме с общим эмиттером, частотная характеристика которого ограничивается обратной связью, выходной каскад из комбинированных транзисторов (или же из составных транзисторов) и общая отрицательная обратная связь. Проведен теоретический анализ такого усилителя для определения эффективности обратной связи при нелинейности

характеристик оконечного каскада; существуют два вида нелинейности — токовая нелинейность и нелинейность по напряжению. В первом случае (при несогласовании оконечных транзисторов по величине  $\beta$  или при насыщении их) влияние нелинейности может быть снижено применением во втором каскаде транзистора с большим  $\beta$  (или применением составного транзистора). При этом устойчивость работы усилителя не ухудшается и не увеличиваются переходные интермодуляционные искажения. Во втором случае, когда нелинейность определяется вольтамперной характеристикой транзисторов или «пяткой» в области малых сигналов, величина искажений мало зависит от  $\beta$  второго каскада и может быть уменьшена только расширением частотного диапазона эффективной обратной связи. Но при этом возникает опасность высокочастотной генерации. Показано, что включение небольшого (70 Ом) резистора в эмиттерной цепи второго каскада существенно стабилизирует усилитель, не ухудшая чувствительность и не увеличивая нелинейные искажения любого вида. Результаты теоретического анализа подтверждаются экспериментальными испытаниями макета мощного усилителя, в котором была предусмотрена возможность введения заранее заданных нелинейностей. Ил. 14, сп. лит. 13.

О. Х.

## Оптика и светотехника

УДК 778.38

**Цилиндрические Брегговские голограммы,** Джонсон Т. J. Opt. Soc. Amer., 1982, 72, № 5.

Предложены и исследованы цилиндрические объемные голограммы; они обладают свойствами, промежуточными между свойствами объемных и плоских голограмм. Определены основные преимущества предложенного типа голограмм перед известными методами.

Освещение цилиндрических голограмм квазикогерентным пучком с длиной волны, отличной от длины волны света, используемого при записи голограммы, позволяет восстановить изображение, свободное от искажений. Полная информация о полихроматическом объекте может быть получена с помощью одного монохроматического восстанавливающего пучка. За счет простоты изменения угла падения опорного пучка цилиндрические голограммы удобны при измерении селективных волновых свойств.

Операция Брегговской фильтрации, которая полностью ограничивает двумерный фурье-спектр двумерных объектов очень узкой полосой в плоскости Фурье, может быть выполнена с высоким разрешением, ограниченным только длиной голограммы. Фоточувствительные цилиндры с круговым поперечным сечением особенно полезны в цилиндрической голографии. В этом случае усадка фоточувствительного материала не приводит к появлению аберраций в восстановленном изображении. Использование цилиндрических объемных голограмм позволяет ввести полный фурье-спектр одномерного объекта в волновод с высокой эффективностью. Ил. 6, сп. лит. 15.

А. Л.

УДК 778.38

**Простой измеритель мощности для голографии,** Гатт Р. W. J. Photogr., 1982, 30.

В работе объяснена необходимость правильного выбора экспозиции при создании голограмм. Правильный режим изготовления голограмм выполняется лишь при линейной зависимости амплитудного пропускания от экспозиции. Несоблюдение линейного закона обуславливает появление в восстанавливаемом изображении иска-

жений, которые вызваны наличием высших пространственных гармоник.

Предложена схема измерителя мощности, основное преимущество которого перед известными — невысокая стоимость. Наиболее дорогим элементом прибора является измерительная головка (микроамперметр). Прибор приспособлен только для измерения мощности непрерывного излучения He-Ne лазера и не предназначен для измерения мощности импульсных лазеров. В качестве чувствительного элемента использован фотопроводник CdS, основное достоинство которого — наибольшая чувствительность среди аналогичных приемников. Фотоприемник расположен в центре матированной поверхности, которая закрепляется для измерения в голографической схеме. Особенностью прибора является нелинейная зависимость тока чувствительного элемента от экспозиции в двух диапазонах измерения. Поэтому проведена калибровка прибора с помощью источника лазерного излучения известной мощности и нейтральных фильтров. Ил. 4, сп. лит. 4.

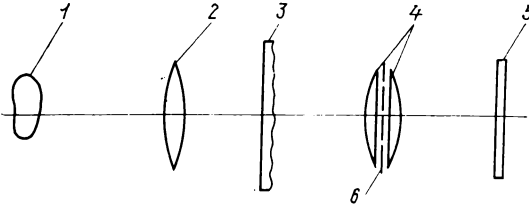
А. Л.

УДК 778.38

**Цветная фотография с помощью спекл-интерферометрии в белом свете** Moutilla I. Optica Acta, 1982, 29, № 6.

Предложен и исследован метод записи на черно-белой пленке изображений цветных предметов. Дан краткий обзор основных методов интерференционной записи, начиная с метода Липмана и кончая современным голографическим методом Денисюка. При записи по предлагаемому методу на диффузор 3 с помощью объектива 2 проецируется изображение предмета 1 (см. рис. ). Второй объектив 4 устанавливается между диффузором и фотопластинкой 5, на которой синтезируется требуемая запись. Эта запись представляет собой изображение объекта, модулированное интерференционной картиной, получаемой вследствие интерференции пучков от зернистости структуры диффузора через двойную щель, установленную в апертуре объектива 4. Период этой информационной картины определяется длиной волны, соответствующей цвету





предмета. Схема восстановления изображения основана на освещении отбеленной фотопластинки лучком, образованным за счет использования щелевого источника белого света с той же цветовой температурой, что у источника света, используемого при записи и установленного в переднем фокусе объектива, причем направление щели этого источника параллельно двойной щели, используемой при записи. Непосредственно за фотопластинкой уста-

навливается объектив, в задней фокальной плоскости которого формируется спектр записи. За счет дифракции на интерференционных полосах свет отклоняется от оптической оси, причем это отклонение обратно пропорционально периоду интерференционной картины, т. е. определяется цветом предмета. В фокальной плоскости устанавливается подвижная щель, ориентированная параллельно источнику. Сквозь эту щель и рассматривается фотопластинка, на которой видно изображение предмета в соответствующем цвете. Сквозь щель фотопластинка может быть перефотографирована с помощью обычного аппарата. Преимуществом этого метода по сравнению с известными является стабильность фотопластинки, на которую ведется запись, и легкая репродуцируемость. Метод не требует высокопрозрачных материалов. Экспериментально полученные при съемке на натуре и в павильоне изображения находятся в хорошем согласии с теоретическими результатами. Ил. 2, сп. лит. 8.

А. Л.

## Киноплёнка и ее фотографическая обработка

УДК 771.427.2:771.531.352

Новый 8-мм копираппарат для кинокопировальной фабрики, Bild und Ton, 1982, 35, № 3.

Для возможности изготовления копий любительских фильмов-оригиналов формата S8, получаемых методом обращения, Центральный институт кинотехники DEFA разработал копирующую аппарат. Печать в масштабе 1:1 принципиально возможна как контактным, так и оптическим методом. Контактная печать создает меньшие потери качества изображения, но изменяет положение эмульсионного слоя на копии по сравнению с оригиналом, что препятствует при монтаже фильма вклеиванию в оригинал напечатанных кусков. Этого недостатка не имеет оптическая печать, но ценою более существенного снижения качества изображения на копии, а также подчеркивания механических дефектов (царапин), имеющих в изображении оригинала. Для нового копираппарата выбран принцип непрерывной контактной печати, практически обеспечивающей такое же качество изображения, как и при прерывистой контактной печати.

Копираппарат смонтирован на столе с электронными блоками управления. Печать происходит на зубчатом барабане большого диаметра (64 зуба), что создает вертикальную устойчивость изображения; для горизонтальной устойчивости служат поперечно направляющие ролики. Неустойчивость скопированного изображения не превышает 0,01 мм. Для повышения резкости печати ширина печатного окна не превышает 2 мм. Источником света при печати служит галогенная лампа накаливания 12 В, 50 Вт. Схема светооптической системы копираппарата показана на рисунке, где: 1 — контрортражатель, 2 — источник света, 3 — асферический конденсор, 4 — теплофильтр, 5 и 8 — полевые линзы, 6 — матовое стекло, 7 — диафрагма системы регулирования печатного освеще-

нения, 9 — механическое печатное окно, 10 — копирующая зубчатый барабан, 11 — оптическая система изображения печатного окна, 12 — копирующая плоскость. Система обеспечивает равномерную освещенность в копирующей плоскости 200 000 лк, что позволяет вести печать со скоростью 50 кадр/с (710 м/ч). Для сбережения оригиналов скорость выбирается вдвое ниже. Управление уровнем и спектральным составом печатного света осуществляется изменением диафрагмы 7, напряжения на печатной лампе 2 и сменой фильтров вручную, автоматическое управление в данном случае нецелесообразно по многим причинам. Печать производится с цветных обращенных оригиналов на цветную обрабатываемую копирующую киноплёнку UF1. Ил. 3.

Л. Т.

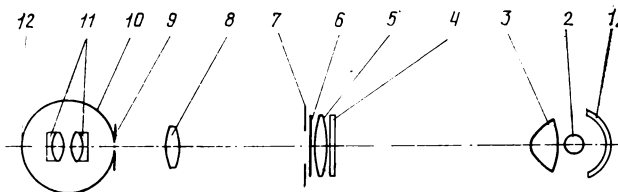
УДК 778.58

Новая лаборатория обработки пленки YLS, Mikkelä O. E. SMPTE Journ., 1982, 91, № 9.

Новая лаборатория Радиотелевизионного центра в Хельсинки общей площадью 1600 м<sup>2</sup>, начавшая функционировать в 1979 г., была выстроена по специальному заказу с учетом ужесточившегося с 1970 г. законодательства по охране труда и защите окружающей среды от загрязнений. На основном этаже лаборатории, над которой находится ТВ студия, размещены (см. рис. 1) административные 1 и производственные помещения — приемная 2, проявочный зал 3, составительская и хранения растворов 4, монтажные негативов 5, копирующая 6, помещения для светостановки 7, просмотровые залы 8, помещение для персонала 9. Этажом ниже размещаются насосная с оборудованием для распределения и управления работой растворов, их циркуляцией и рециркуляцией, установки регенерации серебра, помещения управления системами свежей и сточных вод.

Но оптимальным было бы другое распределение помещений — составительскую и резервуары с растворами следовало бы поместить этажом выше проявочного зала.

Все наружные стены лаборатории имеют окна, что обеспечивает выполнение требования законодательства о проведении большинства рабочих операций на свету. В центральной части здания, ширина которого 36 м, куда не может пройти дневной свет, размещены службы, не требующие его, — просмотровые залы, цветоанализаторы и др. Проявочный зал площадью 170 м<sup>2</sup> имеет



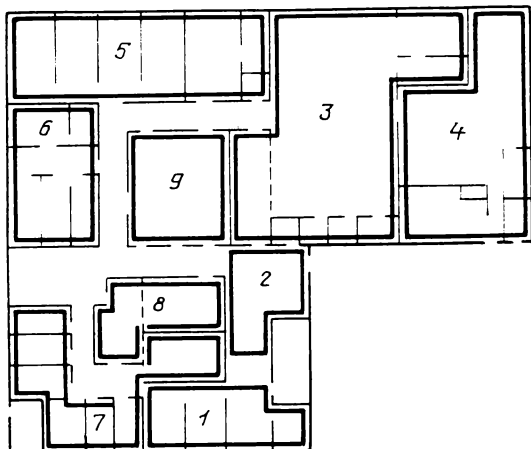


Рис. 1

окна только в одном конце. В нем находятся четыре цветные проявочные машины и две черно-белые. Полы во всех рабочих помещениях находятся на одном уровне, для чего пол проявочного зала углублен на 0,5 м, на него положена стальная решетка, на которую для предотвращения скольжения настелены химически инертные пластиковые полосы. Для защиты от воздействия токсичных химикатов и предотвращения профзаболеваний в лаборатории осуществляется кондиционирование воздуха, для чего имеются четыре вентиляционные системы (рис. 2, а), обеспечивающие 18-кратный обмен воздуха в час через отверстия в потолке, расположенные

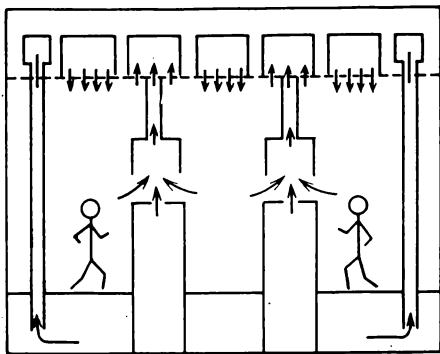
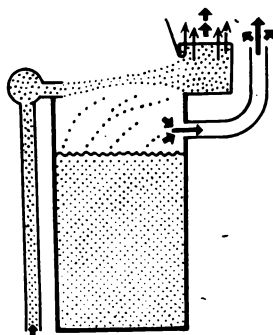


Рис. 2

а



б

поочередно для впуска и выпуска воздуха, а также отток на полу под решеткой вблизи проявочных машин для удаления паров переливающихся растворов. Проявочные машины имеют еще три дополнительные вентиляционные системы: одну над сушильным шкафом и две у баков с растворами (рис. 2, б) — для удаления паров растворов при утечке их при закрытых крышках — отведение их в специальную кислотоупорную отсасывающую систему и для сдувания паров с поверхности растворов в специальные вытяжные отверстия в задних стенках баков при открытых крышках. Химикаты на складе высыпаются в выполненном по специальному заказу вытяжном шкафу в маленькие вагонетки, транспортирующие их в составительскую растровую, где они развешиваются в другом вытяжном шкафу. Воздух из обоих вытяжных шкафов тщательно фильтруется, после чего возвращается в рабочее помещение, что сберегает энергию, предотвращая ненужную потерю тепла. Каждый из работающих с токсичными химикатами снабжен защитной одеждой, а также защитной маской и перчатками, хранящимися в специальном шкафчике на стене проявочного зала. Во всех «химических» помещениях имеются души и фонтанчики для промывания глаз на случай аварии. Для мытья проявочных машин сконструирован особый резервуар с отсасывающей трубкой в задней стенке, сильной струей воздуха отгоняющий брызги и пары от работника, выполняющего эту операцию. Шум в проявочном зале снижен до 65 дБ в результате размещения всего «шумящего» оборудования в отдельном помещении под залом.

Сточные воды отводятся из лаборатории, смешиваются со сточными водами из всего здания и сбрасываются в городскую канализацию. Фиксирующие и отбеливающие растворы используются повторно, но процесс их рециркуляции не замкнут. Автоматизация, примененная на проявочных машинах, обеспечивает удовлетворительную стандартность обработки, а также комфортность работы персонала, в том числе и психологическую. После того как предварительно выбраны и отрегулированы условия, в функции оператора входит лишь зарядка и разрядка машины и наблюдение за ходом процесса, о нарушении которого, о возникших неисправностях сигнализирует специальное автоматическое устройство. Автоматически управляется циркуляция рабочих растворов (по недельной программе), степень их освежения, протекающая с пониженной скоростью когда в машине проходит не рабочий материал, а ракорд. Ил. 20.

Ц. А.

УДК 771.531.352.5:778.6

Современные тенденции в использовании обрабатываемых пленок на телевидении, Нубрехтс Р. ВКСТS Journ., 1982, 64, № 9.

Результаты опросов (США — 1975 г., Европа — 1978 г.) потребителей цветной обрабатываемой пленки, получившей широкое распространение с введением цветного телевидения, свидетельствовали, что большинство операторов двум пленкам различной светочувствительности S предпочитает одну пленку с возможностью форсированного проявления, причем предпочтение отдается пленке с номинальной S, не превышающей 200 ASA. Однако анализ фактической ситуации последнего времени показал, что форсированное проявление в реальных условиях очень удобно и применяется сравнительно не часто. Спрос на выпускающуюся с 1980 г. обрабатываемую пленку T 730, 400 ASA превысил ожидавшийся на основании предварительного опроса. Однако для получения изображения оптимального качества при соответствующих условиях съемки все еще используется пленка средней S T 710 (125 ASA). Табл. 3.

Ц. А.

## Новый учебник «Передача изображений»

Книга «Передача изображений» является учебником для вузов связи по специальности 0708 — Многоканальная электросвязь (объем около 15 п. л.). До настоящего времени не было доступного для студентов учебника, в котором излагались бы вопросы передачи телевизионных и факсимильных изображений с позиций, отвечающих потребностям данной специальности. Перед авторами стояла сложная задача изложения на современном уровне широкого круга вопросов, связанных с преобразованием оптического изображения в сигнал, передачей сигнала по линиям связи и синтезом изображения на приемном конце. В отличие от учебников по специальности Радиосвязь и радиовещание авторы книги равное внимание уделяют вопросам передачи подвижных ТВ изображений факсимильной связи. Такое объединение в полном соответствии с действующей программой на профессиональном методическом уровне достигнуто впервые. Книга существенно отличается от традиционных учебников по курсу «Телевидение» и ее с полным основанием можно считать оригинальной.

Книга содержит девять глав. В первой главе рассмотрены основные принципы передачи изображения, поясняется обобщенная структурная схема.

Вторая глава посвящена основным характеристикам зрительного анализатора: восприятию яркости, контрастной и спектральной чувствительности, количеству различных градаций, разрешающей способности, инерционности, восприятию цвета и т. п. Рассмотрены вопросы согласования параметров воспроизводимого изображения с характеристиками зрения.

В третьей главе даны общие сведения о развертке изображения в телевидении и факсимильной связи. Сформулированы требования к развертке, рассмотрены различные схемы оптико-механической развертки. Отдельный раздел посвящен вопросу о максимальной частоте спектра сигнала.

Четвертая глава посвящена рассмотрению особенностей ТВ и факсимильного сигнала и их обработке. Поясняется форма сигнала, достаточно подробно рассмотрены спектры сигнала, приведены экспериментально снятые спектры, соответствующие двум типовым передаваемым изображениям. Остальные разделы данной главы посвящены вопросам усиления, коррекции искажений сигналов, восстановлению постоянной составляющей.

Последующие две главы (5 и 6) посвящены рассмотрению элементов ТВ и факсимильной аппаратуры. Рассмотрены аппаратные решения при организации тракта монохромного телевидения, цветного телевидения, факсимильной связи. В связи с ограниченным объемом книги основное внимание уделено узловым вопросам, знание которых необходимо специалистам, работающим в области многоканальной связи.

Вопросы построения каналов для передачи изображений рассмотрены в седьмой главе. Существенное внимание уделено частотным и фазовым характеристикам каналов связи и способам коррекции искажений.

В восьмой главе рассмотрены вопросы оценки качества изображений с помощью испытательных таблиц и измерительных сигналов. Данный раздел очень важен для

студентов, проходящих подготовку по специальности 0708, так как эксплуатация систем передачи связана с поддержанием основных характеристик аппаратуры в пределах установленных норм и следовательно, вопросы измерения имеют первостепенное значение.

Последняя, девятая глава посвящена перспективам развития техники передачи изображений: техники факсимильной связи и телевидения. Основное внимание уделено цифровым методам передачи изображений.

В книге рассмотрены все узловые вопросы передачи факсимильных и ТВ изображений. Характер изложения свидетельствует о хорошей методической обработке материала. Все данные соответствуют тем параметрам аппаратуры, которые стандартизованы и, следовательно, не будут изменяться в течение длительного срока. Эти данные используются также для пояснения принципов работы аппаратуры, а не остаются справочными. Авторам удалось избежать излишней детализации структурных схем аппаратуры, в книге нет конкретных принципиальных схем узлов, которые подвержены быстрому старению из-за совершенствования элементной базы. Все это обеспечит книге долгую активную жизнь.

Как и любая книга, рецензируемый учебник не лишен небольших недостатков. Например, дискретизация первичного (передаваемого) изображения поясняется недостаточно четко (с. 17). Представление изображения совокупностью элементарных площадок, которое так часто применяется в литературе для пояснения принципов ТВ передачи, авторы отождествили с процессом дискретизации первичного изображения. В действительности изображение дискретизируется по строкам и кадрам, а элементная дискретизация осуществляется при кодировании сигнала. У читателя может вызвать недоумение фраза: «Изображение движущихся объектов воспроизводится путем быстрой смены статических изображений...» Непонятно, о каком воспроизведении идет речь, поскольку данная фраза относится к вопросу дискретизации первичного изображения.

Был бы полезен и график зависимости контрастной чувствительности зрения от яркости фона (на с. 22). Хотелось бы иметь более подробно пояснение выигрыша в полосе частот при применении чересстрочной развертки.

Вряд ли оправданно излагать вопрос о максимальной частоте спектра сигнала в главе 3 (раздел 3.4), тогда как спектр рассмотрен в главе 4 (раздел 4.2). Целесообразно вместо однолучевого хроматрона рассмотреть массочный кинескоп с планарным расположением катодов, используемый более широко. Неудачен рис. 5.18в: здесь не ясно, чем вызвано постепенное уменьшение импульсов на выходе интегрирующей цепи к моменту прихода кадрового синхроимпульса. Этот рисунок противоречит рис. 5.19, на котором ясно показано, что к моменту появления кадрового синхроимпульса на конденсаторе имеется остаточное напряжение, которое и вызывает погрешность кадрового синхронизации.

Отмеченные недостатки не умаляют бесспорных заслуг авторов по созданию нового учебника, посвященного одному из сложных разделов современной техники — передаче изображений. Книга несомненно найдет широкое применение в учебном процессе и будет способствовать дальнейшему совершенствованию подготовки специалистов.

*Доктор технических наук, профессор  
Б. П. Хромой*

## Симпозиум кинооператоров социалистических стран

В числе актуальных задач современного кинематографа одна из важнейших — повышение изобразительной культуры фильма. Проблема эта извечна, ибо развиваются киноискусство, наука и технические средства, на которых базируется кинематограф.

Тема симпозиума кинооператоров «Проблемы повышения изобразительной культуры в творчестве кинооператоров социалистических стран» вызвала оживленную дискуссию всех его участников. Симпозиум проходил в декабре 1982 г. в Риге (Лиелупе) и был организован Союзом кинематографистов СССР при участии Союза кинематографистов Латвии; в нем приняли участие представители кинематографий девяти зарубежных стран: Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии и девяти республик Советского Союза: Белоруссии, Грузии, Латвии, Литвы, Эстонии, Узбекистана, Туркмении, Украины, РСФСР.

Общей дискуссии предшествовали просмотры фильмов, снятых в последние годы и привезенных на симпозиум его участниками. К сожалению, как отмечалось потом в выступлениях, не было фильмов из Венгрии, Румынии, Чехословакии, что могло бы дополнить и обогатить предметным опытом работу симпозиума.

Открыл и вел дискуссию секретарь СК СССР, заслуженный деятель искусств РСФСР, кинооператор киностудии «Мосфильм» В. Нахабцев. Первым выступил заслуженный деятель искусств РСФСР, кинооператор Ю. Гантман («Мосфильм»). В своем выступлении, которое по существу было обстоятельным введением в круг современных проблем кинооператоров, Ю. Гантман сформулировал ряд положений об операторском искусстве, подтвердив их просмотренными работами своих коллег.

Были показаны фильмы и фрагменты из фильмов: «Звездопад» (оператор П. Рерберг, «Мосфильм»), «Культпоход в театр» (Ю. Елхов, «Беларусьфильм»), «Сесилия» (Л. Дельгадо, Куба), «Мачедо наголо» (Куба), «Сегодня ночью погибнет город» (Б. Лямбах, Польша), «Шурочка» (Д. Долинин, «Ленфильм»), «Полеты во сне и наяву» (В. Калюта, Киевская киностудия) и другие. Операторское искусство — подчеркнул оратор — вид художественного творчества, порожденного научно-техническим прогрессом и научно-технической революцией. Язык оператора — язык изображения. В том, как воплотит оператор основной замысел фильма, его драматургию, раскрывается творческий потенциал оператора, его индивидуальные особенности. Выражение мыслей через зрительный ряд в «Сесилии» — картине почти без слов — образец операторского искусства.

Среди вопросов, волнующих сейчас операторов, дискутировались: творческое взаимодействие между режиссером и оператором фильма, современные технические средства как инструмент операторской работы, их состояние и перспективы, правомерность и творческая целесообразность использования в одном фильме цветных и черно-белых киноплёнок, достижение художественной выразительности и высоких результатов в качестве киноизображения, некоторые организационные вопросы.

Большой интерес участников дискуссии проявился к выступлениям операторов, рассказавшим о своих работах с показом фильмов. А. Рыбин (киностудия им. М. Горького) сообщил об особенностях съемок фантастического фильма «Через тернии к звездам», о средствах достижения реалистичности событий (пребывание людей в космосе, положение в невесомости), использование для этих

целей подводных съемок, спектрональной киноплёнки и других средств, которые были тщательно подготовлены. Ю. Елхов («Беларусьфильм») уделил внимание работам по дополнительной засветке, которые позволили ему решить творческие задачи. Польский оператор Б. Лямбах рассказал о работе над фильмом «Сегодня ночью погибнет город». Д. Долинин («Ленфильм») сообщил, как он представлял атмосферу, окружающую среду «Шурочки», а затем приемом «задымленности» изобразительно решал фрагменты фильма.

Главное в работе оператора — творческое использование имеющихся в его распоряжении средств для раскрытия идеи фильма своими художественскими методами, которые определяют лицо оператора, его почерк. Эти мысли красной нитью прошли в выступлениях В. Здока (ПНР), Н. Стана (Румыния), И. Грицюса (Литва), Р. Урбасте (Латвия), Х. Симоне (Куба), То Ман Хуна (Вьетнам), В. Калюты (Украина), Й. Хануса (Чехословакия), А. Гасева (Болгария), Э. Боркмана (ГДР) и еще во многих выступлениях. В. Алисов («Мосфильм») подчеркнул, что вопросы, на какой плёнке снимать, какой должен быть объектив и даже диафрагма — все это для оператора вопросы творческие. В. Вронский («Мосфильм») обратил внимание на то, что снимая фильм, оператор не должен забывать о его тиражировании во многих копиях, о процессе контратипирования и не может быть безразличным к качеству изображения фильма для массового кинозрителя.

С большим интересом участники симпозиума прослушали выступление проф. А. Гальперина (ВГИК). Они были единодушны с тезисом оратора, что результатом творческого содружества в работе режиссера и оператора, например Эйзенштейна и Тиссэ, Пудовкина и Головни, Козинцева и Москвина явились фильмы-шедевры, вошедшие в золотой фонд киноискусства, а также и в том, что основной высокопрофессиональной работы операторов всегда будут композиция, свет, цвет и высокое фотографическое качество изображения.

Работа симпозиума закончилась всеобщим признанием его полезности и пожеланием проводить такие встречи операторов систематически.

**П р и м е ч а н и е.** В выступлениях участников симпозиума были предложены об издании информационного бюллетеня для кинооператоров соцстран, об учреждении специальных призов за операторские работы. В связи с этим хотелось бы заметить следующее. Наш журнал постоянно публикует материалы об опыте работы операторов (в том числе и выступления самих операторов) Советского Союза и зарубежных, информацию о новой съемочной технике. Об этом, кстати, напомнил на симпозиуме В. Нахабцев. Журнал и впредь намерен продолжать эту работу.

За достижения в качестве изображения фильмов, оригинальные решения учрежден приз Международной организации УНИАТЕК. Так, на последнем международном кинофестивале в Карловых Варах жюри УНИАТЕК присудило свой приз (хрустальная ваза) канадскому фильму «Перешагнуть порог», оператор М. Бролт и Диплом по конкурсу дебютов фильму ГДР «Можно называть тебя Петрушкой», оператор Б. Бергман. Редакция журнала «Техника кино и телевидения» в 1981 г. учредила специальный приз и диплом за оригинальное использование техники в изобразительном решении фильма. На XII Московском международном кинофестивале приз присужден кинооператору фильма «Дива» Филиппу Руссело (Франция).

## Конференции читателей журнала «Техника кино и телевидения»

Повысить действенность публикаций — этот принцип работы советской печати целиком относится и к нашему журналу. Современный научно-технический журнал не может ограничиваться пассивной ролью информатора, бесстрастно фиксирующего достигнутый уровень развития науки, техники, технологии. Функция журнала — активно, всеми своими средствами содействовать научно-техническому прогрессу, анализировать действующие в науке и технике тенденции, поддерживать главные направления, выявлять и пропагандировать наиболее новое и передовое. Для современного этапа развития кинематографии и телевидения характерна быстрая смена аппаратуры и ее элементной базы, связанная с общим прогрессом электроники и микроэлектроники. В этих условиях оперативность публикаций, правильная оценка тенденций, широкий тематический охват проблем техники и технологии кино и ТВ производства, четко и ясно сформулированная позиция журнала особенно важны. Поэтому перед редколлегией и редакцией стоит задача определения основных направлений и тематики журнала «Техника кино и телевидения» в 80-е годы, конкретных планов публикаций на ближайшие годы.

На читательской конференции в марте 1982 г. были подведены итоги 25-летней деятельности журнала (ТКиТ, 1982, № 7). Во многих выступлениях подчеркивалось, что регулярные встречи журнала с авторским и читательским коллективами несут обильный материал для планов публикаций, позволяют наиболее полно учитывать интересы читателей, дают представление о главном — эффективности и полезности публикаций, позволяют выявить и оперативно исправить недостатки. Эти встречи создают несобходимую для эффективной и плодотворной деятельности журнала обратную связь с читательской аудиторией, которая является непременным условием его функционирования.

Задачам журнала на 80-е годы, его тематическим особенностям ближайших лет, конкретным планам на XI пятилетку были посвящены две читательские конференции, прошедшие в Ленинграде 27 октября и в Москве 26 ноября 1982 г. Конференции были организованы совместно с секциями кинотехники Союза кинематографистов СССР. В выступлениях на этих конференциях были определены основные темы, связанные с главными направлениями развития техники кино и телевидения на современном этапе. Были подробно проанализированы конкретные задачи журнала, требования к форме публикаций и обсуждены многие другие вопросы, относящиеся к деятельности отраслевого научно-технического журнала, каким является «Техника кино и телевидения».

О планах журнала участникам конференции рассказал В. В. Макаревич, который подчеркнул, что определяя планы публикаций, конкретизируя текущую работу и задачи на будущее, журнал прежде всего основывается на планах развития кинематографии и ТВ вещания в XI пятилетке, разработанных на основе решений XXVI съезда КПСС. Перспективные направления работы формируются редакцией с учетом прогнозов развития наших отраслей в следующие 10—20 лет. В работах по прогнозу наш журнал принимает участие, хотя еще и недостаточно активно.

Журнал поддерживал и будет поддерживать новые перспективные тенденции в развитии техники и технологии кино- и ТВ производства. Важной функцией журнала остается обсуждение, в том числе в рамках дискуссий, наиболее актуальных, а часто и наиболее сложных проблем. Журнал и впредь будет активно содействовать быстрейшему внедрению в производство новой техники и технологии. Особенно важной является возможность совместного обсуждения проблем техниками и художниками в общей дискуссии. Например, дискуссия о качестве исходных материалов и массовых фильмокопий, вызвавшая опреде-



На конференции в Москве

ленные сдвиги в отношениях между кинооператорами и ОТК киностудий и кинокопировальных фабрик.

Среди ведущих тем, которые следует развернуть в публикациях ближайших лет, в том числе и с критических позиций, выделяется проблема настоящего и будущего носителей изображения, видеосигнала и звука. Нельзя серьезно говорить о росте технической и технологической вооруженности кино- и ТВ производства, художественной выразительности кино- и видеофильмов, требовать дальнейшего повышения качества изображения, расширения творческого арсенала режиссеров, операторов, не обсуждая проблемы качества киноплёнок и видеолент, разработки новых, отвечающих современным требованиям носителей.

Не сняты с повестки дня и становятся все более актуальными проблемы развития киноэкрана во всех его аспектах: формат, объемное изображение, стереофония. Для современных тенденций развития кинопроизводства и кинопоказа характерно активное проникновение микроэлектроники, ЭВМ и микропроцессоров, средств ТВ и видеозаписи в различные элементы технологической цепи от съемочной площадки до кинотеатра. В конкретных планах нашей работы эти темы занимают значительный объем.

Анализ задач планового совершенствования всех элементов фильмопроизводства остается одной из главных задач журнала. Нашей кинематографии нужны современные киносъёмочные камеры, эффективные и экономичные приборы киносъёмочного освещения. Необходимо шире использовать на различных участках технологической цепи вычислительную технику.

Журнал планирует в публикациях ближайших лет увеличить объем материалов по технике и технологии кинопоказа. Обсуждение на страницах журнала проблем разработки современной кинопроекционной аппаратуры для городской и сельской киносети, рациональное использование фильмофонда, дальнейшее улучшение качества и увеличение продолжительности работы фильмокопий относится к наиболее важным направлениям работы журнала. Эти темы прямо связаны с поставленной XXVI съездом КПСС задачей улучшения кинообслуживания населения.

Важнейшей стороной работы журнала остается активное и всестороннее обсуждение проблем экономики кинематографии и ТВ вещания. Нас интересует не только экономика производства кино- и видеофильмов, но и экономические проблемы киносети и кинопроката, повышение эффективности кинокопировальной и киномеханической промышленности. Большое внимание следует





В Белом зале Центрального Дома кино

уделить вопросам экономии материальных и энергетических ресурсов и т. п.

Журнал планирует регулярные публикации по стандартизации в области кинематографии и телевидения.

Разработка систем цифрового ТВ и многострочного ТВ ставит на обсуждение вопросы определения места новых устройств и систем в технологической структуре кинематографии и ТВ вещания.

Самостоятельное значение имеет тематика о разработках комплекта ТВ аппаратуры видеожурналиста и репортажной ТВ техники, острою необходимость в которой ощущают специалисты наших телецентров.

Среди интересных проблем, которые нельзя упускать из виду, следует назвать объемный кинематограф и ТВ, включая и голографические системы, стереозвук в кино и ТВ вещании. Многообещающими остаются и такие направления, как лазерные системы кино и ТВ, оптическая запись изображений на бессеребряные реверсивные носители.

Ближайшие перспективы развития технической базы ТВ вещания связаны с исследованиями и опытно-конструкторскими работами по созданию ТВ аппаратуры IV (цифрового) поколения. О необходимости широкого обсуждения задач этого направления говорили Б. Н. Певзнер, С. И. Никаноров, Г. З. Юшкявичюс, М. И. Кривошеев. Цифровое ТВ, подчеркнули Б. Н. Певзнер и М. И. Кривошеев, не совместимо с аналоговыми трактами. Поэтому переход от разработок к их внедрению в практику ТВ вещания неизбежно поставит серьезную проблему наиболее правильного и экономически целесообразного поэтапного внедрения цифровой ТВ аппаратуры.

В выступлении В. Л. Трусско были названы темы, требующие самого пристального внимания. К ним в частности, относятся проблема новых киноплёнок, разработка современной кинопроекторной аппаратуры. Недостаточно высока оперативность публикаций по новой зарубежной технике, нужны не только рефераты о зарубежном опыте. Большую пользу приносят подготавливаемые квалифицированными специалистами обзоры, в которых анализируются тенденции разработок новой аппаратуры, характерные для деятельности ведущих зарубежных фирм. Совершенствовать эту форму публикаций необходимо так же, как и более тщательно готовить и обзоры по отечественной технике.

Определяя наиболее актуальные задачи, отметил В. Л. Трусско, журналу не следует ограничиваться обсуждением тех или иных проблем. Важно правильно и четко определить цели публикуемых материалов, позицию журнала по обсуждаемым вопросам. Следует искать

наиболее действенные формы публикаций. О новой технике надо писать, но не упускать главного — эта техника должна служить делу. Журнал обязан правильно определить приложение идей.

О тематических сериях статей как действенной форме публикаций говорил и Г. З. Юшкявичюс. Он отметил, что серия статей, прошедших под рубрикой «Телекино-техника Олимпиады-80» в 1978—1980 гг., весьма заинтересовала нашу научно-техническую общественность и получила самую высокую оценку зарубежных специалистов. Статьи этой серии были перепечатаны во многих ведущих изданиях мира и внимательно изучены. Определяя работу журнала на последующие годы, следует шире использовать и тщательно совершенствовать такую форму публикаций. Г. З. Юшкявичюс рассказал о проведенном недавно Ленинградским радиотелецентром эксперименте по видеозаписи балета «Спящая красавица» с использованием опытной системы многострочного ТВ (1125 строк) совместно с системой цифровой стерефонической записи звука. Этот эксперимент подтвердил, что у многострочных систем большое будущее.

В своих выступлениях Г. З. Юшкявичюс и В. Л. Трусско подчеркивали важность работ по стереофонии в телевидении и кинематографии. Журнал может и должен играть ведущую роль в правильной, отвечающей современным концепциям, ориентации специалистов в вопросах звукового оформления кино- и видеофильмов, повышения качества звука.

Следует подчеркнуть, что участники состоявшихся встреч проявили живой интерес к ТВ системам высокой четкости (1125 и более строк). Такие системы интересны не только как новое направление развития ТВ вещания, но и представляют самостоятельный интерес для кинематографии.

Мы много пишем и говорим о многострочном ТВ и прежде всего о работах зарубежных специалистов. Но не следует забывать о преемственности исследований, необходимо помнить и отстаивать приоритет советских специалистов, — подчеркнул С. В. Новаковский. Еще в 1957—1963 гг. наши специалисты провели серию исследований по замкнутому ТВ системам повышенной четкости, намного опередившим соответствующие исследования в Японии и других странах. В частности о 1000-строчной системе для записи фильмов электронным методом посвящены публикации нашего журнала (см. ТКиТ, 1960, № 5; 1963, № 10), успешно велись и аналогичные работы над 1125-строчной ТВ системой.

М. И. Кривошеев обратил внимание на развитие работ в области телекино, напомнив о разработках, которые велись в свое время в НИКФИ (ТКиТ, 1957, № 3; 1961, № 1). Возобновление этих работ могло бы сыграть важную роль в решении многих нынешних проблем, в том числе и технологических. Касаясь тем, регулярное освещение которых необходимо, М. И. Кривошеев выделил вопросы стандартизации, в частности обсуждение рекомендаций международных комиссий МККР и МККТТ.

Интерес многочисленной аудитории читателей вызывают выступления кино- и телеоператоров, интервью и беседы с создателями кино- и видеофильмов, в которых ставятся вопросы взаимодействия искусства кино и ТВ с их техническими средствами. Без анализа этого взаимодействия нельзя ставить и решать проблемы развития кино- и ТВ искусств, правильно определять необходимый объем и характерные особенности типовой аппаратуры. Об этих проблемах говорили Я. Л. Бутовский и В. Я. Эпштейн.

Техника, которой занимается журнал, довольно своеобразна, она рабочий инструмент тех, кто создает произведения искусства — подчеркнул Я. Л. Бутовский — и журнал делает многое, чтобы определить правильную позицию в рамках этих проблем. Однако необходимо рас-

ширять эту тематику, привлекая больше операторов, режиссеров и кино и ТВ, художников.

Кинооператор В. Я. Эпштейн отметил, что журнал чутко реагирует на запросы кинооператоров. Одно из достоинств журнала то, что на его страницах могут обсуждать общие проблемы и те, кто разрабатывает новую технику, и те, кому она предназначена. В конечном итоге это наиболее полно удовлетворяет запросы творческих работников киностудий и телецентров, помогает создавать именно ту технику, которая необходима.

Состоявшиеся встречи журнала с читательским активом были очень полезны и позволили определить тематику журнала, более полно учитывающую интересы читателей, более точно освещающую главные проблемы кинемато-

графии и телевидения. Редколлегия и редакция журнала внимательно рассмотрят все высказанные предложения и пожелания и учтут их в своей работе.

Постоянно проводятся работы по совершенствованию организационной структуры журнала и материалы конференций позволяют уточнить многие стороны нашей организационной деятельности.

Задачи, стоящие перед журналом в XI пятилетке, значительны, и журнал может успешно справиться с этими задачами, продолжая поддерживать и укреплять контакты с НИИ, КБ, киностудиями и телецентрами, постоянно расширяя авторский коллектив, укрепляя и развивая контакты с авторами и читателями журнала.

## Авторские свидетельства

### КИНОКОПИРОВАЛЬНЫЙ АППАРАТ МОДУЛЬНОЙ ПАНЕЛЬНО-КАРКАСНОЙ КОНСТРУКЦИИ

«Кинокопировальный аппарат модульной панельно-каркасной конструкции, содержащий каркасы, панели с лентопротяжными узлами и механизмы крепления с элементами резьбового соединения в виде втулок, шпилек и гаек на каркасах и панелях, отличающийся тем, что с целью повышения надежности работы устройства путем упрощения регулировки взаимного положения панелей и рационального использования площади лицевой поверхности аппарата, в него введены установленные на каркасах кронштейны с прокладками для расположенных подвижно втулок резьбового соединения, внутри которых размещены жестко закрепленные на тыльной стороне панелей шпильки механизма крепления, на свободных концах которых установлены гайки резьбового соединения».

Авт. свид. № 718826, заявка № 2687709/18—10, кл. G03B 27/14, приор. 14.08.78, опубл. 28.02.80.

Авторы: Розин Н. В., Голосинский С. Я., Ту-манов Г. И., Платонов А. Т.

### ВАКУУМНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

«Вакуумное распределительное устройство для копировального аппарата контактной печати типа ЗРКС-70, содержащее полый корпус, выполненный с отверстием для атмосферы и с установленными под углом 90° друг к другу штуцерами для вакуумного насоса, а также для полости вакуумного коврика, связанного с прижимным стеклом, соединенный с органом управления клапан с постоянно действующей на него пружиной, размещенной внутри корпуса, отличающееся тем, что с целью упрощения конструкции с одновременным повышением ее долговечности, клапан органа управления выполнен в виде штока, периодически взаимодействующего наружным торцом со штуцерами вакуумного насоса, и диаметрально противоположным — внутренней поверхностью корпуса со стороны отверстия для атмосферы».

Авт. свид. № 718826, заявка № 2566378/18—10, кл. G03B 27/20, приор. 09.01.78, опубл. 28.02.80.

Заявитель: Одесское специальное конструкторское бюро полиграфического машиностроения.

Авторы: Гройсман И. Ш., Кривошеев В. М., Баршаба М. А.

### СВЕТОЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО

«Светозащитное устройство, содержащее каркас в виде усеченного полого конуса с закрепленной на нем рамой с направляющей, на которой размещена каретка для фоторегистрирующего аппарата, и светонепроницаемый кожух, отличающееся тем, что с целью улучшения его эксплуатационных характеристик, рама выполнена съемной и расположена в плоскости расположения направляющей, а каркас, рама и направляющая с кареткой размещены в кожухе, выполненном из мягкого материала».

Авт. свид. № 720405, заявка № 2634637/18—10, кл. G03B 17/00, приор. 23.06.78, опубл. 5.03.80.

Авторы: Телегин Ю. Д., Струков Н. М., Виноградов В. А., Земцов В. Г.

### СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГАЛОГЕНСЕРЕБРЯНОЙ ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ЭМУЛЬСИИ

«Способ изготовления галогенсеребряной фотографической эмульсии с использованием водного раствора желатина и азотнокислого серебра, отличающийся тем, что с целью снижения уровня вуали и увеличения максимальной оптической плотности, упрощения тех-

нологии изготовления эмульсии, в водный раствор желатин вводят галогенид щелочного металла до образования насыщенного раствора с последующим пересыщением раствора до образования суспензии и введением в нее азотнокислого серебра и галогенида щелочного металла».

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что с целью получения мелкозернистой суспензии галогенида щелочного металла размером частиц 0,01—1 мкм, пересыщение осуществляют упариванием в вакууме».

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что с целью получения крупнозернистой суспензии галогенида щелочного металла с размером частиц 0,1—10 мкм, пересыщение осуществляют упариванием при нормальном давлении и нагревании или охлаждением».

4. Способ по п. 1—3, отличающийся тем, что в качестве галогенида щелочного металла используют хлориды, бромиды или йодиды калия, лития, натрия, рубидия или цезия».

Авт. свид. № 720409, заявка № 2554770/23—04, кл. G03C 1/02, приор. от 16.12.77, опубл. 5.03.80.

Заявитель: Госнихимфотопроект.

Авторы: Бреслав Ю. А., Пейсахов В. В., Тихоненкова Д. И.

### ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ ЛЕНТОПРОТЯЖНОГО МЕХАНИЗМА

«Переключатель для лентопротяжного механизма, содержащий электромагнит с блокировочным контактом, ключ, трансформатор, вторичная обмотка которого выполнена со средней точкой, диодный мост, одна диагональ которого подключена к вторичной обмотке трансформатора, а другая — к последовательно соединенным электромагниту и ключу, отличающийся тем, что с целью упрощения процесса управления, он снабжен тиристором, конденсатором и резистором, при этом токовые выводы тиристора включены между средней точкой вторичной обмотки трансформатора и точкой соединения электромагнита и ключа, конденсатор и резистор соединены последовательно и подключены к токовым выводам тиристора, управляющий вывод которого подключен к точке соединения конденсатора и резистора».

Авт. свид. № 720525, заявка № 2640291/18—10, кл. G11B 15/02, приор. 03.07.78, опубл. 5.03.80.

Автор Утин Г. А.

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕНТОПРОТЯЖНЫМ МЕХАНИЗМОМ

«Устройство для управления лентопротяжным механизмом, содержащее блок командных сигналов, электродвигатель, подключенный через усилитель к блоку командных сигналов, датчик положения, соединенный с электродвигателем, счетчик положения, подключенный счетным входом к датчику положения, а управляющим входом и выходами — к блоку командных сигналов, отличающееся тем, что с целью повышения точности останова носителя, оно снабжено тремя схемами сборки, двумя схемами совпадения с триггером, входы схем сборки подключены к выходам счетчика, выходы первой и второй схем сборки подключены к первым входам схем совпадения, вторые входы которых подключены к блоку командных сигналов, а выходы — к управляющим входам триггера, вход сброса которого подключен к выходу третьей схемы сборки, а выход — к блоку командных сигналов».

Авт. свид. № 720527, заявка № 2635504/18—10, кл. G11B 15/18, приор. 22.06.78, опубл. 5.03.80.

Авторы: Шалыгин В. П. и Пономарев В. И.



УДК 621.397.61.006+621.396.712.3

**Применение квазислучайных разверток при конструировании звукорассеивающих поверхностей.** Ланэ М. Ю., Павлов С. А., Толстых Г. Д. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 3—6.

Рассмотрен способ проектирования звукорассеивающих поверхностей, основанный на синтезе поверхности из кессонов разной глубины. Изложен спектральный метод определения глубины кессонов и оценки качества звукорассеивающей поверхности. Приведен пример проектирования такой поверхности и представлены результаты макетного исследования звукорассеивающих свойств полученной поверхности. Ил. 4, список лит. 5.

УДК 778.5:621.397.13 Техника электронного монтажа Система электронного монтажа видеофонограмм. Поташиников А. И., Студеникин В. А. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 6—11.

Рассмотрены вопросы использования электронного монтажа видеофонограмм для производства игровых фильмов на киностудиях. Описан разработанный в НИКФИ пульт электронного монтажа видеофонограмм, предназначенный для работы в экспедиционных условиях. Приведены алгоритмы работы и основные технические параметры системы. Ил. 6, список лит. 6

УДК 771.531.35:620.172.22

**Оценка физико-механических свойств киноплёнок при динамическом нагружении.** Местковский С. Г. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 12—15.

Представлены методика и описание стенда для определения физико-механических свойств киноплёнок. Уточнены значения модуля упругости, жесткости и коэффициента демпфирования киноплёнок при динамических нагрузках. Табл. 1, ил. 5, список лит. 9.

УДК 778.53.022.5

**Электрические схемы экспонетрических устройств профессиональных киносъёмочных аппаратов.** Зеленер М. Ф., Пантелеев В. С. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 15—19.

Рассматриваются основные параметры и электрические схемы экспонетрических устройств, применяемых в профессиональной киносъёмочной аппаратуре. Ил. 2, список лит. 7.

УДК 771.447+791.44.022:621.32

**Киноосветительные приборы «Марс-2000М» и «Марс-3000М».** Курицын А. М., Семенихин Н. Т. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 19—20.

Рассмотрены приборы для операторского освещения «Марс-2000М» и «Марс-3000М». Приведены их светотехнические и эксплуатационные характеристики. Табл. 1, ил. 2, список лит. 2.

УДК 778.554.452

**Влияние модуляционных характеристик на отдачу цветосеребряных фотографических фонограмм фильмокопий.** Носкова Т. Н. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 21—23.

Экспериментально определен средний разброс отдачи, вызванный изменением модуляционных характеристик цветосеребряных фонограмм фильмокопий. Установлено относительное влияние изменений денситометрических параметров темных и светлых участков фонограмм на колебания отдачи при использовании в киносети двух типов фотоэлектрических преобразователей — вакуумных сурьмяно-цезиевых фотоумножителей и кремниевых фотодиодов. Табл. 3, ил. 4, список лит. 4.

УДК 621.391.837:621.397.13

**Расчетное определение качества изображения в сквозном тракте ТВ вещания.** Гофайзен О. В., Ляхова Т. М., Певзнер Б. М. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 24—30.

Расчитаны допуски и соответствующие оценки качества изображения для четырех вариантов ТВ тракта. Выявлены виды искажений, ухудшающие качество изображения. Рекомендованы перспективные нормы на сквозной тракт и на его звенья, позволяющие повысить качество изображения на 0,5—0,6 балла. Табл. 9, ил. 1, список лит. 22.

УДК 621.391.837.1:621.397.13

**Анизотропия зрения и разрешающая способность ТВ систем.** Дмитриев А. Я., Ефимов В. П., Зайцев А. Г., Кравченко В. С. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 30—33.

Приведены данные о характерной форме кривой распределения энергии в пространственно-частотных спектрах объектов и анизотропии остроты зрения. Эти явления могут использоваться для повышения эффективности прикладных систем ТВ, полиграфии и т. п. Ил. 6, список лит. 6.

## Рефераты статей, опубликованных в № 3, 1983 г.

УДК 621.397.611 видеодиски

**Устройства кодирования в системах записи ТВ сигналов на дисковый носитель.** Дробот М. И., Корниенко Г. П., Лобанов В. В., Эктвов А. И. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 33—35.

Рассмотрены особенности устройств кодирования ТВ сигналов, предназначенных для оптической записи на дисковый носитель. Приведены функциональная схема экспериментального макета устройства и его технические характеристики. Ил. 2, список лит. 4.

УДК 681.84.083.84

**Анализ характеристик термомагнитного кодирования.** Павлов А. Ю. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 35—37.

Выполнен анализ характеристик процесса термокопирования магнитных сигналов: амплитудно-частотной и нелинейных искажений копии, приведены рекомендации по изготовлению ленты оригинала. Ил. 2, список лит. 3.

УДК 621.391.832:621.397.132.127 СЕКАМ

**Об искажениях вертикальных цветных переходов в изображении, воспроизводимом ВМ.** Харитонов М. И. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 38—42.

Рассмотрен механизм возникновения искажений при записи — воспроизведении сигналов цветного ТВ системы СЕКАМ на ВМ, наблюдаемых справа от вертикальных границ цветных переходов. Табл. 2, ил. 5, список лит. 4.

УДК 621.385.832.7:621.397.132:535.65

**Спектрально-координатный метод измерения цветностей на экране кинескопа.** Николеев Б. Н. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 42—44.

Рассмотрен спектрально-координатный метод измерения цветностей, его связь с более общим методом измерения цвета на экране кинескопа и приведены результаты расчета точности спектрально-координатных колориметров при различных способах обработки сигналов. Отмечается, что матричный пересчет откликов существенно повышает точность измерения цветностей. Табл. 1, ил. 3, список лит. 8.

УДК 621.385.832.56

**Интегральные координатные фотоприемные матрицы в системах детектирования контуров оптических объектов.** Сتيнов М. Н. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 44—48.

Рассмотрены интегральные координатные фотоприемные матрицы в системах пространственной фильтрации изображений и устройство сопряжения стандарта фотоматрицы с ТВ стандартом. Ил. 5, список лит. 7.

УДК 621.385.832.7:621.397.132

**Влияние маски экрана кинескопа на качество цветного изображения.** Готра З. Ю., Рыхлинская С. И. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 49—50.

Рассмотрено влияние формы поверхности теневой маски на качество цветоделиния и яркость свечения экранов цветных кинескопов, сформулированы условия выбора формы, шага, размера отверстий цветоделительной теневой маски. Ил. 3, список лит. 3.

УДК 621.397.61:681.772.7:621.397.132

**Цветные ТВ камеры на твердотельных ФСИ.** Миленин Н. К. Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 56—65.

Рассмотрены полупроводниковые камеры цветного телевидения ведущих зарубежных фирм и приведены их параметры и структурные схемы. Табл. 3, ил. 10, список лит. 23.

### ПОПРАВКА

В № 2 1983 г. следует читать: на с. 26, левая колонка, 12-я строка сверху «Методика...»; на с. 61, левая колонка, 16-я строка снизу «При отключении...».

Технический редактор Л. А. Тришина

Сдано в набор 14.01.83	Подписано в печать 16.02.83	T-04447
Формат 84×108 <sup>1/16</sup>	Печать высокая	Бумага Неман
Усл. печ. л. 8,4	Уч.-изд. л. 11,34	Тираж 5340 экз.

Заказ 3361 Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного комитета СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
г. Чехов Московской области

# Новые книги (обзор)

## КИНОФОТОТЕХНИКА

Бондарчук В. М., Левитин Г. В. **Промышленная аппаратура для химико-фотографической и дополнительной обработки киноплёнки**: Учебное пособие; Вып. 3. — Л.: ЛИКИ, 1982. — 39 с. — Библиогр.: с. 36—38 (53 назв.) — 60 коп. 500 экз.

Дан обзор современных лабораторных проявочных машин зарубежного производства и отечественной аппаратуры дополнительной обработки киноплёнки. Изложены современные тенденции развития проявочных машин и машин для дополнительной обработки.

Валуйский Б. В., Иванов А. П., Крупников А. З. **Пути развития зарубежной кинокопировальной техники**. — М.: НИКФИ, 1982. — 69 с. — (Кинофототехника. Обзорная информация; Вып. 3). — Библиогр.: с. 66—68 (52 назв.). — 45 коп. 620 экз.

Дано описание конструктивных особенностей выпускаемых зарубежными фирмами кинокопировальных аппаратов непрерывной и прерывистой, контактной и оптической печати.

Вендровский К. В., Вейцман А. И. **Фотографическая структурометрия**. — М.: Искусство, 1982. — 270 с. — Библиогр.: с. 258—267. — 1 р. 40 к. 5000 экз.

Рассмотрены методы оценки качества фотографического изображения. Подробно изложены способы измерения шумовых свойств фотоматериалов, их резкостных и частотных характеристик. Рассмотрены отношение сигнал/шум и интегральные оценки воспроизведения как традиционные, так и базирующиеся на теории информации.

Ершов К. Г. **Технология фильмопроизводства**: Учебное пособие; Ч. 1 / Под ред. С. М. Проворнова. — Л.: ЛИКИ, 1982. — 59 с. — Библиогр.: с. 57—58 (24 назв.). — 80 коп. 500 экз.

Рассмотрены основные этапы создания кинофильма, виды съёмок и их особенности. Рассмотрены современная технология съёмочного процесса и тенденции ее совершенствования. Подробно описаны аппаратурно-технологические киносъёмочные комплексы.

**Получение и свойства материалов для регистрации информации и их компонентов**: Сб. научных трудов / Под ред. Ю. А. Василевского, В. С. Чельцова. — М.: Госниихмфотопроект, 1981. — 184 с. — Библиогр. в конце статей. — 1 р. 35 к. 200 экз.

В 23 статьях сборника освещены результаты исследований по технологии производства материалов, в основном несеребряных, для записи информации различного вида, в том числе материалов для фототермической, термопластической, электрографической и магнитной записи.

Ярыгин В. М. **Обработка и очистка технологического воздуха на предприятиях химико-фотографической и кинематографической промышленности**: Учебное пособие. — Л.: ЛИКИ, 1982. — 98 с. — Библиогр.: с. 95—96 (29 назв.). — 1 руб. 1000 экз.

Рассмотрены особенности процесса тепло- и массообмена в системах обработки воздуха, описаны процессы и аппараты обработки технологического воздуха. Изложены вопросы осушки технологического воздуха адсорбентами и очистки воздуха от пылевых загрязнений.

## ГОЛОГРАФИЯ

**Оптическая голография** / Под ред. Г. Кофилда. Пер. с англ. под ред. С. Б. Гуревича. — М.: Мир, 1982. — Библиогр. в конце глав. — 12 000 экз. Т. 1. с. 1—374. — 1 р. 90 к. Т. 2. с. 375—735. — 2 руб.

Монография написана специалистами США и Канады и охватывает вопросы теории и практического применения оптической голографии и оптической обработки информации. В 1-ом томе изложены основы голографии, дана классификация голограмм, рассмотрены виды, пути формирования изображений, аппаратура и методы; во 2-ом — отдельные проблемы голографии, в том числе фотоматериалы для голографии и их обработка, и области применения оптической голографии. Дополнительный раздел, посвященный проблемам и перспективам голографии в трехмерных средах, написан Ю. Н. Денисюком.

## ЗВУКОТЕХНИКА. ЭЛЕКТРОАКУСТИКА. ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Вахитов Я. Ш. **Теоретические основы электроакустики и электроакустическая аппаратура**: Учебное пособие. — М.: Искусство, 1982. — 415 с. — Библиогр.: с. 411—413 (75 назв.). — 1 р. 20 к. 7000 экз.

Рассмотрены вопросы физической и физиологической акустики, дано системное представление об электроакустических системах и аппаратах: микрофонах, громкоговорителях, телефонах. Изложены принципы расчета этих аппаратов, оптимальное согласование их характеристик, проблемы повышения качества, методы проектирования.

Цикин И. А. **Дискретно-аналоговая обработка сигналов**. — М.: Радио и связь, 1982. — 160 с. — Библиогр.: с. 155—159 (105 назв.). — 55 коп.

Рассмотрены основные аспекты дискретно-аналоговой обработки сигналов, связанные с реализацией устройств обработки и с анализом систематических ошибок. Большое внимание уделено максимализации отношения сигнал/шум на выходе устройств.

**Цифровые методы, приборы и электроакустические преобразователи в кинематографии**. — М.: НИКФИ, 1981. — 145 с. — (Труды НИКФИ; Вып. 106). — Библиогр. в конце статей. — 1 р. 15 к. 250 экз.

В 11 статьях сборника изложены результаты работ лаборатории электроакустики НИКФИ, относящихся к цифровым методам в звукотехнике и к технике электроакустических преобразователей, а также новые данные о статистических характеристиках звуковых сигналов.

## ТЕЛЕВИДЕНИЕ

**Телевизионные методы обработки рентгеновских и гамма-изображений** / Н. Н. Блинов, Е. М. Жуков, Э. Б. Козловский, А. И. Мазуров. — М.: Энергоиздат, 1982. — 199 с. — Библиогр.: с. 192—198 (172 назв.). — 90 коп. 1400 экз.

Рассмотрены особенности и преимущества ТВ систем: особенности преобразования изображений, повышение качества изображения, возможности его автоматической обработки, снижение дозы при исследованиях. Особое внимание уделено устройствам с рентгеновским электронно-оптическим преобразованием и ТВ системами. Приведены основные параметры систем преобразования и методы их измерения. Описаны типы ТВ систем и их совместная работа с генераторами излучения. Рассмотрены ТВ методы обработки изображений с помощью ЭВМ.

Я. Б.

70972

Содержание

1. Технические характеристики кинокамеры КМ-1000

2. Описание конструкции кинокамеры КМ-1000

3. Порядок эксплуатации кинокамеры КМ-1000

4. Техническое обслуживание кинокамеры КМ-1000

5. Ремонт кинокамеры КМ-1000

6. Заключение

7. Литература

8. Приложение

9. Справочные данные

10. Заключение

11. Литература

12. Приложение

13. Справочные данные

14. Заключение

15. Литература

16. Приложение

17. Справочные данные

18. Заключение

19. Литература

20. Приложение

21. Справочные данные

22. Заключение

23. Литература

24. Приложение

25. Справочные данные

26. Заключение

27. Литература

28. Приложение

29. Справочные данные

30. Заключение

31. Литература

32. Приложение

33. Справочные данные

34. Заключение

35. Литература

36. Приложение

37. Справочные данные

38. Заключение

39. Литература

40. Приложение

41. Справочные данные

42. Заключение

43. Литература

44. Приложение

45. Справочные данные

46. Заключение

47. Литература

48. Приложение

49. Справочные данные

50. Заключение

51. Литература

52. Приложение

53. Справочные данные

54. Заключение

55. Литература

56. Приложение

57. Справочные данные

58. Заключение

59. Литература

60. Приложение

61. Справочные данные

62. Заключение

63. Литература

64. Приложение

65. Справочные данные

66. Заключение

67. Литература

68. Приложение

69. Справочные данные

70. Заключение

71. Литература

72. Приложение

73. Справочные данные

74. Заключение

75. Литература

76. Приложение

77. Справочные данные

78. Заключение

79. Литература

80. Приложение

Техника кино и телевидения, 1983, № 3, 1—80.

Цена 90 коп.

