

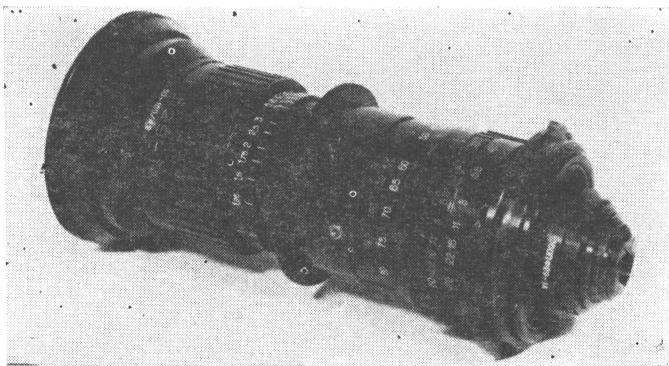
11/86

## Техника кино и телевидения



- КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В КИНОАППАРАТУРЕ – ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ, КАЧЕСТВО
- НА НАСТРОЙКУ ТВ КАМЕР НЕ БОЛЕЕ 30 СЕКУНД
- ЗВУКООПЕРАТОР: «СУПЕРФОН» ОБОГАЩАЕТ ТВОРЧЕСКУЮ ПАЛИТРУ...»
- ПУЛЬТ ЗВУКОРЕЖИССЕРА ПОДДАЕТСЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
- ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТУДИЯ ДОКУМЕНТАЛЬНЫХ ФИЛЬМОВ — ПЕРЕСТРОЙКА НЕОБХОДИМА

## МАЛОГАБАРИТНЫЙ КИНОСЪЕМОЧНЫЙ ОБЪЕКТИВ 35ОПФ29



Объектив разработан  
ЦКБК НПО «Экран»  
и рекомендован  
к серийному производству.

Объектив с переменным фокусным расстоянием 35ОПФ29 предназначен для съемок цветных и черно-белых 35-мм обычных и широкоэкраных фильмов.

Он комплектуется двумя наса-

дочными линзами для съемки с дистанций 0,6...1 и 0,4...0,6 м. В комплексе К35ОПФ29 объектив снабжен устройством дистанционного управления изменением фокусного расстояния.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

	Обычный вариант	Широкоэкран- ный вариант
Фокусное расстояние, мм . . . . .	25...80	50...160
Задний фокальный отрезок, мм . . . . .	50	30
Минимальная дистанция съемки непосредственно объектива, м . . . . .	1	1
Относительное отверстие		
геометрическое . . . . .	1:3	1:4,2
эффективное . . . . .	1:3,2	1:4,5
Размер кадра, мм . . . . .	16×21,95	18,6×21,95
Коэффициент пропускания . . . . .	0,75	0,7
Разрешающая способность, $\text{мм}^{-1}$		
в центре . . . . .	75	55
на краю . . . . .	25	25
Габариты, мм . . . . .	175×156	175×166
Масса, кг . . . . .	0,85	0,92



Ежемесячный  
научно-технический  
журнал  
Государственного комитета  
СССР по кинематографии

Издается с 1957 года

# Техника кино и телевидения

1986  
№ 11 (359)

Ноябрь

Исследования  
Разработки  
Эксплуатация  
Экономика

Главный редактор

В. В. Макарцев

Редакционная коллегия

В. В. Андреянов  
М. В. Антипин  
И. Н. Александр  
С. А. Бонгард  
В. М. Бондарчук  
Я. Л. Бутовский  
Ю. А. Василевский  
В. Ф. Гордеев  
О. Ф. Гребенников  
С. И. Катаев  
В. В. Коваленко  
В. Г. Комар  
М. И. Кривошеев  
В. Г. Маковеев  
С. И. Никаноров  
С. М. Проворнов  
И. А. Росселевич  
С. А. Соломатин  
В. Л. Трусько  
В. И. Ушагина  
В. В. Чадаев  
В. Г. Чернов  
Л. Е. Чирков  
(зам. гл. редактора)  
Г. З. Юшкевич

Адрес редакции  
125167, Москва, А-167,  
Ленинградский проспект, 47

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

МОСКВА,  
«ИСКУССТВО»  
Собиновский пер., д. 3

«Техника кино и телевидения», 1986 г.

## В НОМЕРЕ:

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Бронников В. Л.

Интенсификация производства киноаппаратуры с помощью kleевых соединений

Виноградова Э. Л., Голубева Г. И., Либерман М. Ю.

Расчет уровней акустического шума, излучаемого кинопленкой при работе киносъемочных и кинопроекционных аппаратов

Грабчак А. В., Кириенко А. Г., Киршев А. Б., Сторожук Ю. А.

Перспективный пульт звукорежиссера радиотелекомпонентов

Бычков Б. Н., Тимофеев Б. С.

Алгоритмы автоматической настройки камер ЦТ

Куликов С. А., Сардыко С. В., Шмыголь А. С.

Четырехкратное сокращение потока при адаптивном групповом кодировании ТВ изображений

Головлев В. А., Уваров Н. Е., Хитрово Н. Г., Шеманков А. Н.

Формирование сложных импульсных последовательностей в программно-адаптивном синхрогенераторе

### Рекомендовано в производство

Дойч А. А., Керекеша П. В.  
Устройство индикации в системе отображения центральных аппаратных (АЦ-3, АЦ-8)

### ТЕХНИКА И ИСКУССТВО

С. Астахов: «Мы работаем для зрителя...»

Шумячев Л. С.

Система «Суперфон» в фильме «Прорыв»

Документальное кино: взгляд из настоящего в будущее

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Хлебородов В. А.

О выборе единого мирового стан-

дтара ТВЧ . . . . .	49
Никоноров А. И., Малинин А. А.	
Магнитные измерительные ленты для настройки студийных и репортерских магнитофонов . . . . .	51
<b>ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОТДЕЛ</b>	
Горизонтов А. М., Штапель М. Г.	
Метод автоматизированного распределения оборудования телецентра для обеспечения многопоясного вещания . . . . .	55
<b>Обмен опытом</b>	
Серебренников А. И., Громов Л. А., Чукаева С. Е.	
Модифицированный микротвердомер и методика определения микротвердости поверхности кинодокументов	
Поздняков В. К.	
Устройство сопряжения измерителя параметров ТВ сигналов К2-35 с малогабаритным цифропечатающим устройством МПУ16-3 . . . . .	58
<b>ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА</b>	
Быков В. В., Слободник А. Г.	
Формирование и передача субтитров в телевизионном вещании . . . . .	62
<b>Коротко о новом</b>	
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b>	
О новой книге по фотографии . . . . .	71
Новые книги . . . . .	48, 61, 71
<b>ХРОНИКА</b>	
Симпозиум фирмы «Кодак — Патэ»	
Советско-венгерский семинар . . . . .	75
О результатах XI Всесоюзного конкурса на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок . . . . .	77
Юбилей М. М. Щедринского . . . . .	78
В Московском технологическом институте . . . . .	79
Памяти А. Я. Штаркера . . . . .	79
Рефераты статей, опубликованных в номере . . . . .	80

На 1-й стр. обложки — рабочий момент съемок фильма «Прорыв» (о съемках фильма читайте на стр. 38)

## CONTENTS

### SCIENCE AND ENGINEERING

**Bronnikov V. L. Intensification of Motion Picture Equipment Manufacturing by Means of Glue Joints**  
The author analyses the glues suitable for application in motion picture industry showing the advantages of glue joints over traditional ones (welded, bolted, key-type).

**Vinogradova E. L., Golubeva G. I., Liberman M. Yu. Calculation of Acoustic Noise Levels Produced by Running Films in Film Cameras and Projectors**

The paper considers methods for calculating noise levels produced by film loops in film cameras and projectors. It is shown that the noise is generated by bending-type vibrations of a film loop at its inherent resonance frequencies. Via measuring the noise levels radiated by a film loop, it has been found that the results of calculating the noise levels using the developed methods are in satisfactory agreement with those obtained experimentally.

**Grabchak A. V., Kirienko A. G., Kirshe A. B., Storozhuk Yu. A. Advanced Audio Control Console for Radio and TV Centres**

The paper considers the trends in the development of audio control consoles concerning digital virtual control, display information presentation, digital sound signal processing. The control principle, functional composition and architecture of an advanced audio console for radio and TV Centres are proposed.

**Bychkov B. N., Timofeev B. S. Algorithms for Automatic Color TV Camera Set-up**

The paper presents the criteria for choosing an algorithm for automatic color TV camera set-up by a generalized quality index. The value functions have been investigated. Simulated are the methods for searching the quality function extremum resulted in synthesizing the optimum set-up algorithm.

**Kulikov S. A., Sardyko S. V., Shmygol A. S. Four-fold Bit Stream Reduction in Adaptive TV Picture Group Coding**

Compared are the algorithms for adaptive group and block truncated picture coding. Proposed is an adaptive coefficient quantizing strategy when coding  $2 \times 2$  groups.

**Golovlev V. A., Uvarov N. Ye., Khitrov N. G., Shemankov A. N. Formation of Complex Pulse Sequencies in Program-Adaptive Sync Pulse Generators**

The paper describes a method of program controlled pulse set for TV systems enabling the generation of composite sync and blanking signals without any additional hardware. The method is shown to be implemented with address writing of control program into PROM in order to prevent design modifications of S.P.G.S. when changing pulse set components due to putting into production new TV units or their up-dates.

**Recommended for Production.**

**Doych A. A., Kerekesha P. V. A Display Device in the Display System of Master Control Rooms**

The operation principle of a display device and its application in the display system are considered.

### ENGINEERING AND ART

**Astakhov S. V.: « We Work for the Audience... »**  
In a conversation with the « Break » director of photography, some artistic methods of the film production are discussed, specifically the use of special effects photography, 70mm film, shooting and lighting equipment.

<b>Shumiacher L. S. The Superphone System in the « Break » Film</b>	42
<b>Yermakova Ye. Yu. Documentary Cinematography: A Glance from the Present to the Future</b> Published is a conversation with the director of Central Studio for Documentary Films concerning the problems of documentary cinematography.	44
<b>7 STANDARDIZATION</b>	
<b>Kleborodov V. A. On Choosing a Single World HDTV Standard</b>	49
<b>Nikonov A. I., Malinin A. A. Magnetic Standard Tapes for Alignment of Studio and Reporter Magnetic Tape Recorders</b>	51
<b>12 The paper presents the parameters of sound standard tapes for alignment of professional magnetic tapes recorders, and considers some problems of their production technology.</b>	
<b>PRODUCTION SECTION</b>	
<b>18 Gorizontov A. M., Shtapel M. G. A Method for Automated Distribution of TV Centre Equipment to Provide Multiple Time Zone Broadcast</b>	55
<b>Proposed is a method for making up schedules of loading master control rooms at TV centres. The method makes it possible to solve, in real time, the problem of automated equipment distribution to provide multi-program TV broadcasting for several time zones.</b>	
<b>27 Serebrenikov A. I., Gromov L. A., Chukayeva S. Ye. A Modified Microhardometer and Methods for Determining Surface Microhardness of Film Documents</b>	58
<b>The paper considers the design of a microhardometer supplemented with a specially devised attachment for securing and stretching motion picture film materials, and also methods for conducting non-destructive tests of film documents for microhardness.</b>	
<b>32 Pozdnjakov V. K. A Device Interfacing the K2-35 TV Signal Parameter Meter with the МПУ16-3 Small-Size Digital Printer</b>	60
<b>The author describes the block diagram of an interface, its purpose and functions, results of testing its feasibility model in the Main Control Centre of Inter-City Communications.</b>	
<b>FOREIGN TECHNOLOGY</b>	
<b>37 Bykov V. V., Slobodnik A. G. Generating and Transmitting Subtitles in TV Broadcasting</b>	62
<b>Considered are foreign systems for editing and transmitting subtitles to accompany TV programs. The systems enable high-speed generation of subtitles using time codes for synchronizing to TV programs.</b>	
<b>38 Novelties in Brief</b>	66
<b>BIBLIOGRAPHY</b>	
<b>39 NEWS ITEMS</b>	71
<b>40</b>	73

УДК 621.792.053.004.14:778.5+678.049.16.004.4:778.5

## Интенсификация производства киноаппаратуры с помощью kleевых соединений

В. Л. БРОННИКОВ (Ленинградский институт киноинженеров)

Борьба за всестороннюю интенсификацию и рационализацию производства, его высшую эффективность на базе научно-технического прогресса потребует освоения в кинопромышленности наиболее прогрессивных технологических процессов и радикального улучшения использования новых материалов. Значительный эффект в решении поставленной задачи дает применение полимерных материалов и kleев. Удельная трудоемкость изготовления kleевых соединений в 1,6...2,2 раза ниже, чем традиционных (сварных, болтовых, заклепочных). Эффект от применения 1 м<sup>3</sup> kleя в машиностроении составляет 650...4500 тыс. руб., цикл изготовления практически всех конструкций сокращается на 24...35 %, трудоемкость снижается на 40 %, металлоемкость — на 10...25 %, срок службы деталей увеличивается в четыре — пять раз [1].

Пространственные детали: корпуса, кожухи, крышки, кронштейны, баки могут быть собраны из относительно простых, преимущественно плоских, элементов методом склеивания. Крепление зубчатых колес с валами, осуществляемое в настоящее время в основном с помощью штифтов, трудоемко, при этом неизбежно уменьшается прочность вала и ступицы колеса за счет отверстий под штифты и концентрации напряжений вокруг отверстий. Прессовое соединение обода червячного или зубчатого колеса помимо того, что для его реализации требуется специальное прессовое оборудование, также вызывает уменьшение прочности конструкции. Применение kleевых соединений в этих узлах позволило бы решить задачу сборки более простыми и дешевыми способами.

Механизация процесса соединения кинопленок при их проявлении на кинокопировальных фабриках также требует использования надежных, быстроотверждаемых и стабильных по качеству kleев для гибких лент, устойчивых к воздействию химико-фотографических растворов. Необходим клей и для футеровки рабочих поверхностей проявочных машин фторопластами с целью увеличения срока их службы.

Указанные примеры не исчерпывают, конечно, всего многообразия деталей и узлов, где целесообразно применение kleевых соединений, но все же иллюстрируют их актуальность. Однако склеивание как прогрессивный метод сборки и герметизации не получило достаточного распространения из-за ограниченности сведений о его технических возможностях, отсутствия апробированных методов расчета kleевых соединений и оценки их долговечности.

Цель настоящей статьи — оценка целесообразности применения kleев в киноаппаратуре, краткое ознакомление со свойствами kleевых соединений и методами их расчета.

Как показала практика смежных с кинематографией отраслей промышленности основные kleи для соединения металлов между собой и с неметал-

лическими материалами — эпоксидные, полиуретановые, фенолальдегидные, поликарблатные.

Из анализа kleевых конструкций следует, что в зависимости от особенностей эксплуатации и нагружения изделий, характерными видами деформации kleевого шва являются сдвиг, вызываемый напряжениями, касательными к поверхности склеивания (при растяжении, сжатии, изгибе, кручении), —  $\tau$  и отрыв, вызываемый нормальными напряжениями (при отрыве, изгибе), —  $\sigma$ . Поэтому в приводимых ниже таблицах разрушающее напряжение охарактеризовано именно этими показателями прочности.

Практически универсальные эпоксидные kleи способны отверждаться как при комнатной, так и при повышенной температуре. Нагревание при отверждении во всех случаях способствует получению более прочного kleевого соединения и ускоряет процесс отверждения kleя (табл. 1, 2).

Полиуретановые kleи (ВК-5, ПУ-2, УК-Б-2 и др.) применяют при сборке конструкций из металлов, пластмасс, стекла, керамики, для склеивания резин, пленочных и тканевых материалов, пенопластов.

Klei на основе фенолальдегидных олигомеров БФ-2, ВК-3, ВК-18, ВК-32-200 пригодны для склеивания сталей и алюминиевых сплавов с по-

Таблица 1. Свойства эпоксидных kleев холодного отверждения

Марка	Разрушающее напряжение, МПа		Применяют для склеивания:
	$\tau$	$\sigma$	
К-153	20,5	13...25	алюминиевых сплавов, сталей между собой и с неметаллическими материалами
ВК-9	15...23	20	сталей, алюминиевых и титановых сплавов, керамики, дерева
К-400	20...32	—	металлов и конструкционных неметаллических материалов, в kleесварных соединениях

Таблица 2. Свойства эпоксидных kleев горячего отверждения

Марка	Разрушающее напряжение, МПа		Применяют для склеивания:
	$\tau$	$\sigma$	
Д-54	40	80	стали, титановых и алюминиевых сплавов, режущих частей инструмента
ТКМ-75	2	—	металлов и стеклопластиков
Эпоксид II	20	40...45	То же
ВК-41	30...35	—	

ливинилхлоридом, текстолитом, гетинаксом, стеклотканью, асбестом, резиной, полистиролом между собой и с бумажными материалами, а также винипласти, паронита. В отверженном виде они хрупки, поэтому для повышения пластичности их модифицируют поливинилацетатами и другими термопластами, а для придания тепло- и термостойкости — кремнийорганическими и карборансодержащими соединениями.

Клеи марок ВС-10Т, ВЭФС этой же группы предназначены для склеивания металлических материалов между собой, а также с резинами и паронитом. Прочность на сдвиг kleев составляет 16...17 МПа.

Особенностью kleев на основе эфиров цианакриловой кислоты и ее производных (к ним относятся клей циакрин — ЭО, ЭП, клей ТК-200, ТК-201, анаэробные kleи и др.) является быстрая схватываемость (табл. 3). Время схватывания 10...30 с при 20 °C. Однако полной прочности kleевой шов достигает после отверждения в течение 24 ч при комнатной температуре.

Таблица 3. Свойства цианакриловых kleев

Марка	Характерная особенность	Вязкость, сСт	$\sigma$ , МПа (для стальных образцов)
TK-200	высокопрочные	3...5	30...35
TK-201	»	1000...2000	30...32
KM-200	эластичные	3...5	20...25
KM-201	»	1000...2000	20...22
KM-203	»	1000...3000	18...20
TK-300	термостойкие	3...5	25...30
TK-301	»	500...1000	22...27

Клеи ТК-200, ТК-201 применяют для склейки различных деталей приборостроения, КМ-200, КМ-201, КМ-203 — в тех случаях, когда тонкие kleевые швы испытывают резкие вибрационные нагрузки.

Клеящие анаэробные составы (на основе акриловой и метакриловой кислот) являются одновременно герметиками. Их отверждение связано с катализитическим воздействием материала соединя-

емых деталей. Исключительно активны серебро, медь. Скорость отверждения изменяется в зависимости от степени обезжикивания поверхности, величины зазора, шероховатости. Она увеличивается при использовании активаторов и нагревании соединяемых деталей.

Анаэробные составы (анатермы и унигермы различных марок) обеспечивают прочность при сдвиге  $\tau=10\ldots25$  МПа (для анатерма-102  $\tau=25$  МПа), время отверждения составляет 8...9 ч. Их используют для заделки пор и трещин, для стопорения резьбы. Попадая в узкий зазор между профилями сопрягаемых резьбовых деталей, они отверждаются, предотвращая соединение от самовинчивания при сотрясениях, толчках и ударам.

В промышленности используют kleи разнообразного назначения. Общее число их марок, выпускаемых для нужд народного хозяйства, составляет более 400. Продолжаются разработки новых kleев с определенным, заранее заданным комплексом свойств, а также направленная модификация существующих kleев. В этом отношении представляют интерес разработанные НПО «Полимерклей» kleи для холодного отверждения ГИПК-11 — ГИПК-15 и ГИПК-119, предназначенные для приклеивания фторопласта и поэтому пригодные для футеровки проявлочных машин фторопластами с целью повышения их долговечности.

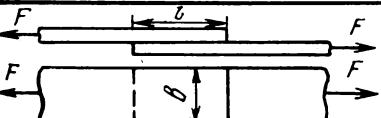
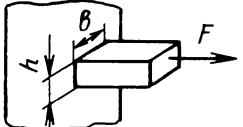
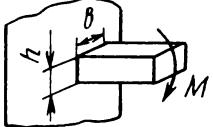
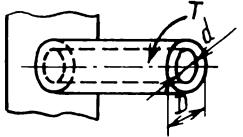
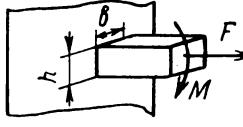
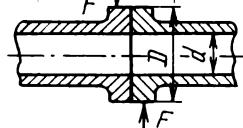
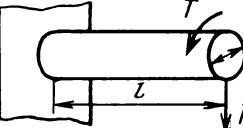
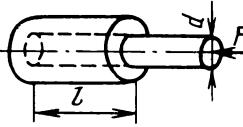
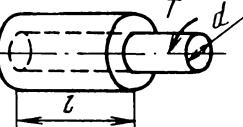
Некоторые kleевые составы разработаны специально для соединения магнитных лент и кинопленок. Основное требование, предъявляемое к kleевому слою липкой ленты, — высокая устойчивость к сдвигу при статических и динамических нагрузках. В случае склеивания кинопленок высокая прочность на сдвиг должна сохраняться при воздействии химико-фотографического раствора (щелочного с  $\text{pH}=10$ , кислого с  $\text{pH}=5$ ) в интервале температур 9...35 °C.

В НПО «Полимерклей» разработан kleй марки ГИПК-221 для липкой ленты, склеивающей магнитные ленты, и ГИПК-226 для липкой ленты, склеивающей кинопленки, устойчивый к химико-фотографическому раствору. Подложкой служит лавсановая пленка, дополнительно ориентированная в продольном направлении. Разрабатываются оптически прозрачный kleй и склеивающие ленты для монтажа киноматериалов, фонограмм и реставрационных работ [2].

Несмотря на то, что многие kleевые соединения не являются конструкционными и поэтому не требуют прочностных расчетов, все же значительная их часть нуждается в проектировочном и проверочном расчетах, подтверждающих целесообразность и эффективность применения kleевого соединения в том или ином узле конструкции.

Все многообразие kleевых соединений конструкционного назначения можно распределить по типовым схемам нагружения, применительно к которым в табл. 4 указаны расчетные формулы для

Таблица 4. Формулы для расчета kleевых соединений

Схема нагружения	Вид деформации	Расчетная формула
	сдвиг при растяжении (скатие)	$\tau = F/\beta l \leq [\tau]$
	отрыв	$\sigma = F/\beta h \leq [\sigma]$
	изгиб	$\sigma = M/W_u \leq [\sigma];$ $W_u = \beta h^2/b.$ $W_u$ - момент сопротивления при изгибе
	кручение	$\tau = T/W_p \leq [\tau];$ $W_p = (\pi D^3/16)[1-(d/D)^4].$ $W_p$ - момент сопротивления при кручении
	сдвиг + отрыв	$\tau = F/\beta l; \sigma = F\alpha/W_u = \beta Fa/\beta^2 l$ $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$
	изгиб + отрыв	$\sigma = F/\beta h + \delta M/\beta h^2 =$ $= (1/\beta h)(F + \delta M/h) \leq [\sigma]$
	сдвиг	$\tau = 4F/\pi(D^2-d^2) \leq [\tau]$
	изгиб + кручение	$\sigma = Fl/W_u; \tau = T/W_p$ $\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$ $\sigma_{\text{экв}} = (32/\pi d^3)\sqrt{(Fl)^2 + T^2} \leq [\sigma]$
	сдвиг (осевой)	$\tau = F/\pi d l \leq [\tau]$
	сдвиг (диаметральный)	$\tau = T/(\pi d l \cdot d/2) =$ $= 2T/\pi d^2 l \leq [\tau]$

определения прочности. Расчетные значения нормальных  $\sigma$  и касательных  $\tau$  напряжений определены в зависимости от силовых факторов  $F$ ,  $M$ , поверхности склеивания и допускаемых напряжений  $[\sigma]$ ,  $[\tau]$ .

Исключительно важное значение имеет склеивание для создания неподвижных цилиндрических или конических соединений типа вал — втулка. Склленные детали способны выдержать большие нагрузки, вызываемые осевой силой, крутящим моментом или их комбинацией. Они с успехом заменяют и цилиндрические соединения с «натягом», при этом не предъявляются высокие требования к шероховатости посадочных поверхностей и точности изготовления соединяемых деталей.

Сравним максимально допускаемые значения крутящего момента для стального вала с закрепленным на нем зубчатым колесом применительно к различным вариантам крепления: шпоночному, штифтовому и kleевому.

Примем размеры посадочного места вала  $d=10$  мм,  $l=50$  мм; призматической стальной шпонки по СТ СЭВ 189—75 3×3×45; диаметр двух стальных штифтов  $d_{шт}=2$  мм. Допускаемое напряжение на смятие при шпоночном соединении  $[\sigma_{см}]=110$  МПа, на срез при штифтовом соединении —  $[\tau_{ср}]=60$  МПа. Исходя из условия прочности шпоночного соединения на смятие  $[\sigma_{см}] \geq 2T/dl_p c$ , где  $T$  — крутящий момент;  $l_p$  — рабочая длина и сминаемая высота шпонки. Подставляя в формулу значения величин, получаем допускаемый крутящий момент

$$[T_{шп}] \leq [\sigma_{см}]dl_p c/2 = 37,2 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Аналогично для штифтового соединения с двумя штифтами допускаемый крутящий момент  $[T_{шт}] \leq [\tau]\pi d_{шт}^2 d/4 = 1,88 \text{ Н}\cdot\text{м.}$

Для kleевого — при использовании kleяющего состава анатерм-102 с  $[\tau]=25$  МПа —  $[T_{кл}] \leq [\tau]\pi d^2 l/2 = 197 \text{ Н}\cdot\text{м.}$  Даже если склеивать эпоксидными kleями холодного отверждения, для которых среднее значение  $[\tau]=10$  МПа, то и в этом случае  $[T_{кл}]' \leq 78,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$

Расчет показывает, что kleевое соединение обеспечивает допускаемый крутящий момент, больший чем шпоночное в три — пять, а штифтовое — в десятки раз. При этом не ослабляются вал и ступицы колеса в шпоночном и штифтовом соединениях.

Из расчета также следует, что наиболее эффективным является применение kleя для соединения деталей, изготовленных из разнородных материалов, например, стальных и пластмассовых. Так, если зубчатое колесо, устанавливаемое на вал, изготовлено из пластмассы, то расчетное допускаемое напряжение на смятие должно быть принято по наиболее слабому материалу, т. е. пластмассе, у которой оно составляет  $[\sigma_{см}]=60$  МПа, поэтому допускаемый крутящий момент для шпоночного

соединения уменьшится почти в два раза. Допускаемое напряжение на сдвиг для kleевого соединения остается практически одинаковым как для вала, так и для колеса, поэтому расчетное значение допускаемого крутящего момента для пары вал — пластмассовое зубчатое колесо остается таким же, как и в случае со стальным колесом.

Высокую эффективность имеет применение kleящих и в особенности анаэробных составов для стопорения резьбы, соединения цилиндрических деталей вместо соединения с «натягом», при котором взаимная неподвижность деталей обеспечивается силами трения. Сборка их осуществляется в настоящее время запрессовкой, для которой требуется тяжелое прессовое оборудование. Она способствует возникновению деформации и напряжений во втулках, которые могут привести к преждевременному разрушению элементов конструкции. Заменяя неподвижные посадки подвижными с последующим склеиванием, можно существенно расширить допуски на посадочные места соединяемых деталей, снизить себестоимость механической обработки.

Покажем это на примере. Определим максимально допускаемый крутящий момент, который может передать посадка с гарантированным натягом, соединяющая венец червячного колеса с его центральной частью (центром) при следующих данных: наружный диаметр центра  $d=55$  мм, внутренний —  $d_0=30$  мм, диаметр венца  $d_1=80$  мм, длина посадочного места  $l=60$  мм, посадка  $\emptyset 55$  H7/S6, материал центра — сталь 45, венца — бронза марки БрОФ10. Полученный момент сравним с максимальным, который может выдержать kleевое соединение венца червячного колеса.

Из расчетов [3] следует, что давление  $q$ , которое может вызвать расчетный вероятностный натяг, составляет 7,52 Н/мм<sup>2</sup>. Выбрав коэффициент трения  $f=0,05$  и коэффициент запаса сцепления  $k_0=1,5$ , находим максимально допускаемый крутящий момент  $T \leq q\pi d^2 l/f/2k_0 = 71,5 \text{ Н}\cdot\text{м.}$  Момент, выдерживаемый kleевым соединением венца с центром при  $[\tau]=15$  МПа,  $T \leq 4270 \text{ Н}\cdot\text{м.}$  Таких kleев, как видно из предыдущих таблиц, имеется несколько марок.

Для правильного выбора марки kleя необходимо учитывать взаимосвязь вязкости состава и величины зазора между соединяемыми деталями. Высоковязкий состав трудно равномерно распределить в малом зазоре, а низковязкий не будет удерживаться в большом зазоре и может вытечь до момента отверждения.

Что касается ремонтопригодности kleевых узлов, под которой понимают возможность периодически разбирать соединение с целью его профилактического осмотра или ремонта, то практически любое kleевое соединение, сколь бы оно ни было прочным, может быть разрушено при температуре до 200 °C. Следовательно, его можно ремонтиро-

вать в случае необходимости, предварительно нагревая или прикладывая к нему усилие большее, чем допускаемое по расчету (например, для осмотра резьбы, фиксированной анаэробным составом, достаточно приложить к ней крутящий момент, на 20...30% больший, чем расчетный).

Долговечность kleевых соединений достаточно хорошо определяется формулой Журкова [4]  $\tau = \tau_0 \exp[(U - \gamma\sigma)/kT]$ , где  $\tau$  — долговечность клея под статической нагрузкой;  $\gamma$  — структурно-чувствительный параметр, отражающий раномерность распределения напряжений;  $\sigma$  — допускаемый предел прочности данного клея;  $U$  — кажущаяся энергия активации адгезионного разрушения;  $k$  — постоянная Больцмана;  $\tau_0$  — постоянная, равная  $10^{-13}$  с и совпадающая с периодом тепловых колебаний атомов в твердом теле;  $T$  — температура.

Так как долговечность многих kleевых соединений составляет годы и десятки лет, то для получения экспериментальных данных по изменению прочности проводят искусственное тепловое (ускоренное) старение, предполагая при этом, что его эффект при более высокой температуре  $T_y$  и соответственно короткий промежуток времени  $\theta_y$  будет одинаковым с процессом естественного старения. Длительность выдержки  $\theta_y$  и температуры  $T_y$  (в кельвинах) при искусственном старении определяются из соотношения [5]  $\theta_y = \theta_e \exp[(E/k) \times (T_y^{-1} - T_e^{-1})]$ , где  $E$  — кажущаяся энергия активации процесса старения;  $\theta_e$  — длительность воздействия температуры  $T_e$  в естественных условиях.

## Выводы

- Применение kleевых соединений является существенным резервом для интенсификации производства и совершенствования конструкции киноаппаратуры, позволяющим кинопромышленности освоить наиболее прогрессивные технологические процессы на базе радикального улучшения использования новых материалов.

- Широкий ассортимент kleев разнообразного назначения, выпускаемых в нашей стране для нужд народного хозяйства, дает возможность использовать этот резерв в ближайшее время.

- Предложена методика расчета kleевых соединений для типовых конструкций.

## Литература

- Кардашов Д. А., Петрова А. П. Полимерные kleи. — М.: Химия, 1983.
- Иванова Р. Г., Шарай М. Т. Новые липкие адгезивы для склеивания магнитных лент и кинопленок. — В кн.: Состояние, перспективы и проблемы развития полимерных kleев до 2000 года. Тез. докл. всесоюзного семинара. — Кировакан: НПО «Полимерклей», 1984, с. 98—100.
- Детали машин в примерах и задачах. / Под ред. С. Н. Ничипорчика. — Минск: Вышэйшая школа, 1981.
- Бронников В. Л. Применение зубчатых передач из полимерных материалов в киноаппаратуре. — Техника кино и телевидения, 1985, № 11, с. 9—14.
- Притыкин Л. М., Драновский М. Г., Паркшнейн Х. Р. Клей и их применение в электротехнике. — М.: Энергоатомиздат, 1983.



УДК 778.53:534.322.3].001.24

## Расчет уровней акустического шума, излучаемого кинопленкой при работе киносъемочных и кинопроекционных аппаратов

Э. Л. ВИНОГРАДОВА, Г. И. ГОЛУБЕВА, М. Ю. ЛИБЕРМАН (Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут)

В киносъемочных и кинопроекционных аппаратах соответственно грейферные и малтийские механизмы обеспечивают прерывистое движение кинопленки в фильковом канале, при этом зуб грейфера или скачкового барабана, связанного с малтийским крестом, соударяется с межперфорационными перемычками кинопленки в моменты входа зуба в отверстие перфорации и выхода из него («отрыв» зуба от межперфорационной перемычки), а также в процессе транспортирования кинопленки — в момент поворота вала грейфера на  $90^\circ$  после начала транспортирования. Согласно результатам исследований, проведенных в МКБК, ударное взаимодействие зуба грей-

фера с кинопленкой обусловлено «отрывом» зуба грейфера от межперфорационной перемычки кинопленки вследствие неравенства скоростей движения зуба грейфера и пленки, и последующим их ударным взаимодействием из-за уменьшения скорости движения кинопленки после ее «отрыва» от зуба. В результате этих соударений возбуждаются изгибные колебания кинопленки и колеблющаяся ее петля излучает воздушный шум, причем шум излучается преимущественно петлей, поскольку в фильковом канале кинопленка прижата к направляющим и, следовательно, ее изгибные колебания демпируются. Исследования шумовых характеристик механизма ука-

занных выше аппаратов показали, что при работе аппарата с кинопленкой уровень излучаемого механизмом шума значительно выше, чем при работе без нее (это особенно характерно для области высоких частот). Следовательно, петля кинопленки — один из основных источников шума, излучаемого механизмом аппарата, в связи с этим минимально допустимую звукоизолирующую способность корпуса киносъемочного аппарата следует определять на основе уровня шума, излучаемого петлей кинопленки. Кроме того, при работе аппарата с кинопленкой возрастают уровни вибрации на плате механизма (за счет соударений зуба грейфера или скачкового барабана с межперфорационными перемычками пленки), эти вибрации передаются на корпус аппарата, в результате чего возрастают уровень структурного шума, излучаемого при изгибных колебаниях стенок его корпуса. Согласно [1—3], большое влияние на шумовые характеристики киносъемочных аппаратов оказывают размер и форма петли, а также физико-механические параметры кинопленки. В соответствии с изложенным, представляет существенный интерес исследовать механизм шумообразования при возбуждении изгибных колебаний петли кинопленки и разработать инженерную методику расчета уровней излучаемого ею воздушного шума.

В процессе работы механизма киносъемочного или кинопроекционного аппарата на межперфорационные перемычки кинопленки периодически действует ударная сила, максимальное значение которой  $F_0 = v_s \sqrt{K_n m_k / (m_k + m)}$  [4], где  $v_s$  — скорость движения зуба грейфера (или скачкового барабана),  $K_n$  — жесткость межперфорационной перемычки;  $m_k$ ,  $m$  — массы соответственно петли кинопленки и грейфера (или скачкового барабана), а время ударного взаимодействия определяется по формуле  $\tau = \pi \sqrt{m_k m / [K_n (m_k + m)]}$ . Жесткость межперфорационной перемычки кинопленки  $K_n = 3 \cdot 10^4$  Н/м [5], а скорость движения зуба грейфера (или скачкового барабана) можно принять равной скорости движения пленки в фильмо-вом канале  $v_s = 0,456$  м/с.

Для последовательности ударных импульсов (имеющих косинусоидальную форму  $F = F_0 \cos(\frac{\pi}{\tau} t)$ ) длительностью  $\tau$  и периодом  $T$  амплитуды спектральных составляющих определяют, используя выражение [6]

$$F_c = \frac{4}{\pi} F_0 \frac{\tau}{T} \frac{\cos(\omega\tau/2)}{1 - (\omega\tau/\pi)^2}, \quad (1)$$

где  $\omega$  — круговая частота колебаний. Тогда амплитуда колебательной скорости при изгибных колебаниях петли кинопленки на частоте  $\omega$

$$v = 4F_c \omega / m_k [(\omega_n^2 - \omega^2) + \omega_n^2 \eta], \quad (2)$$

где  $\omega_n$  — собственные частоты колебаний петли кинопленки;  $\eta$  — коэффициент потерь колебательной энергии в петле. При расчете собственных частот колебаний  $\omega_n$  петлю кинопленки можно рассматривать как пологую цилиндрическую оболочку (сегмент), два края которой свободны, а другие два имеют опоры; собственные частоты таких пологих оболочек приближенно вычисляют с по-

мощью выражения для собственных частот пластины (согласно [7], отличия собственных частот колебаний пологой оболочки от собственных частот колебаний пластины незначительны)

$$\omega_n \simeq \frac{k_n}{a^2} \sqrt{\frac{E_k h_k^2}{12\rho_k}}, \quad (3)$$

где  $a$ ,  $E_k$ ,  $h_k$ ,  $\rho_k$  — соответственно ширина, модуль упругости, толщина и плотность кинопленки;  $k_n$  — коэффициент, зависящий от отношения  $b/a$  ( $b$  — длина петли кинопленки) и от номера  $n$  моды собственных колебаний; значения этого коэффициента приведены в [7]. Физико-механические параметры кинопленки представлены в [8]. Кроме того, для цилиндрических оболочек характерна окружная собственная частота колебаний  $f_R = c_{pr}/2\pi R$  ( $c_{pr}$  — скорость распространения продольных волн в стенке цилиндра;  $R$  — радиус цилиндра), следовательно, в петле кинопленки будут также возбуждаться колебания на окружной собственной частоте  $f_R$ .

Поскольку последовательности ударных импульсов при небольшой длительности импульсов  $\tau$  соответствует широкополосный спектр колебаний, определяемый выражением (1), то при соударениях зуба грейфера (или скачкового барабана) с межперфорационными перемычками кинопленки возбуждаются изгибные колебания ее петли в широком интервале частот. В этом случае энергия соударения, передающаяся от грейфера (или скачкового барабана) петле кинопленки, в основном распределяется между формами ее собственных колебаний, поскольку согласно формуле (2) амплитуды колебательной скорости  $v$  при изгибных колебаниях петли кинопленки максимальны на ее собственных частотах  $\omega_n$ . При излучении акустического шума петлей кинопленки звуковое поле складывается преимущественно из звуковых полей, соответствующих формам собственных колебаний петли, а на частотах  $\omega < \omega_1$  ( $\omega_1$  — первая собственная частота петли кинопленки) излучение малоэффективно, поскольку петля на этих частотах излучает звуковые волны как акустический диполь и, следовательно, мощность излучения при  $(ka)^2 \ll 1$  (волновое число  $k = 2\pi/\lambda$ , где  $\lambda$  — длина звуковой волны в воздухе) на два порядка меньше мощности излучения на частотах  $\omega > \omega_1$  (на которых петля кинопленки излучает сначала как монополь, а потом как пластина) [9].

Уровень шума (звукового давления), излучаемого петлей кинопленки при изгибных колебаниях на собственной частоте  $\omega_n$ , определяют с помощью выражения

$$L_k = 10 \lg(\gamma \rho c S_n v_n^2 / W_0) - 10 \lg(S/S_0), \quad (4)$$

где  $\gamma$  — коэффициент излучения звука;  $\rho$ ,  $c$  — плотность и скорость звука в воздухе;  $S_n$ ,  $S$  — площади соответственно излучающей и измерительной поверхности (причем за последнюю при изме-

рении шумовых характеристик аппарата обычно принимают полусферу с радиусом  $r=1$  м; пороговая акустическая мощность  $W_0=10^{-12}$  Вт;  $S_0=1$  м<sup>2</sup>. Коэффициент  $\gamma$  на частотах  $f < f_{kp}$  ( $f_{kp}$  — критическая частота, на которой длина изгибной волны в петле кинопленки равна длине звуковой волны в воздухе,  $f_{kp}=c^2 \sqrt{3\rho(1-\sigma^2)/\pi^2 h_k^2 E_k}$ , где  $\sigma$  — коэффициент Пуассона) увеличивается с ростом частоты колебаний, а на частотах  $f > f_{kp}$  приблизительно равен единице. В области низких частот (при  $\omega > \omega_1$ ,  $ka \leq 1$ ) петля кинопленки излучает звуковые волны как монополь, при этом  $\gamma=\omega^2 S/8\pi c^2$  [9]. В области средних и высоких частот (при  $ka > 1$ ) петля кинопленки излучает звуковые волны как пластина. На средних частотах (когда выполняются соотношения  $ka \ll 2$ ;  $k_n a \gg \pi$ , где  $k_n$  — волновое число изгибных колебаний в кинопленке) коэффициент излучения звука вычисляют по формуле  $\gamma \simeq 4P_k c \sqrt{\Phi/\pi^4 S_k f_{kp}}$  [10], где  $\Phi=f/f_{kp}$ ,  $P_k$ ,  $S_k$  — соответственно периметр и площадь поверхности петли кинопленки. На высоких частотах (при  $ka > 2$ ) коэффициент излучения звука [10]

$$\gamma = (P_k c / S_k f_{kp}) g_1(\Phi) + (c^2 / S_k f_{kp}^2) g_2(\Phi), \quad (5)$$

где

$$g_1(\Phi) = -\frac{1}{2\pi^3} (1-\Phi)^{-\frac{3}{2}} \{ 2\sqrt{\Phi} + (1-\Phi) \ln [(1+\sqrt{\Phi})/(1-\sqrt{\Phi})] \}; \quad g_2(\Phi) = 4(1-2\Phi)/\pi^4 \sqrt{(1-\Phi)/\Phi}.$$

Таким образом, уровни акустического шума, излучаемого петлей кинопленки при работе аппарата, вычисляются по приведенной методике расчета — см. выражения (1—5).

Шумовые характеристики колеблющейся петли кинопленки были экспериментально исследованы на киносъемочных аппаратах «Кинор-35С», «Мовикам» (Австрия), а также на кинопроекционном аппарате А-144В («Каскад»). При измерениях микрофон устанавливали на расстоянии 1 м от петли кинопленки (киносъемочные аппараты работали с открытой дверцей корпуса). Были определены шумовые характеристики (полоса спектрального анализа —  $1/3$  октавы) киносъемочных аппаратов «Кинор-35С» и «Мовикам» при работе с кинопленкой и без нее (рис. 1).

Измерения показали, что уровень шума, излучаемого петлей кинопленки, выше уровня шума, излучаемого механизмом аппарата (при работе аппарата без кинопленки) на частотах  $f > 800$  Гц, причем с ростом частоты колебаний в интервале 800...6000 Гц уровень шума увеличивается, а на частотах  $f > 6000$  Гц — уменьшается. Максимальные уровни шума, излучаемого петлей кинопленки, отмечены в интервале частот 2000...12500 Гц.

В вибрационных характеристиках (рис. 2), измеренных на корпусе грейферного механизма при

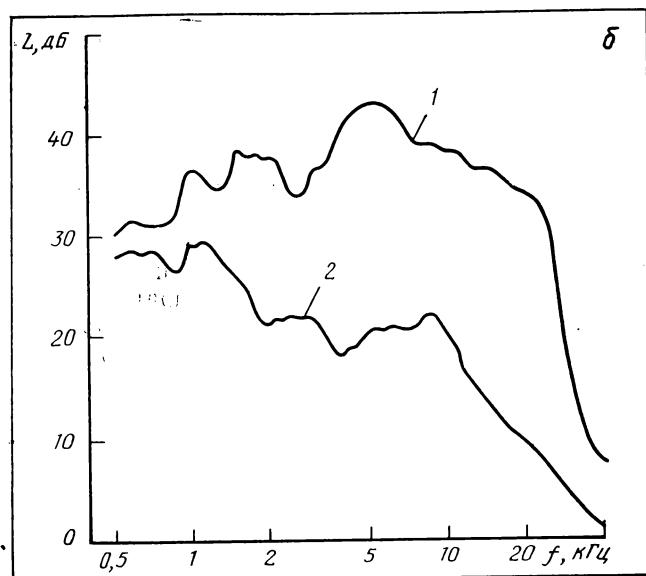
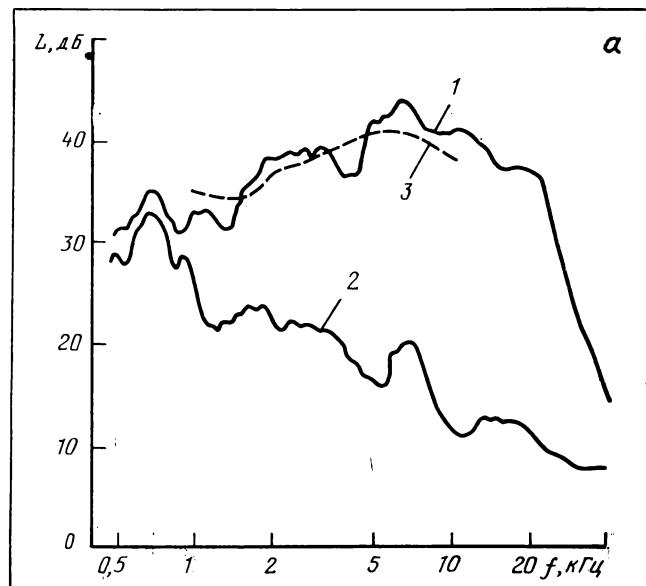


Рис. 1. Шумовые характеристики киносъемочных аппаратов «Кинор-35С» (а) и «Мовикам» (б) при работе с открытой дверцей корпуса:

1, 3 — аппарат работает с кинопленкой; 2 — аппарат работает без кинопленки; 1, 2 — экспериментальные кривые; 3 — расчетная кривая

работе аппаратов «Кинор-35С» и «Мовикам» с кинопленкой, имеются максимумы в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 800 и 2000 Гц, причем уровни вибрации на частотах  $f > 800$  Гц уменьшаются с ростом частоты колебаний (особенно резкий спад уровней вибрации отмечен на частотах  $f > 2000$  Гц). Из сопоставления шумовых и вибрационных характеристик киносъемочных аппаратов следует, что наиболее интенсивные вибрации (изгибные колебания) петли

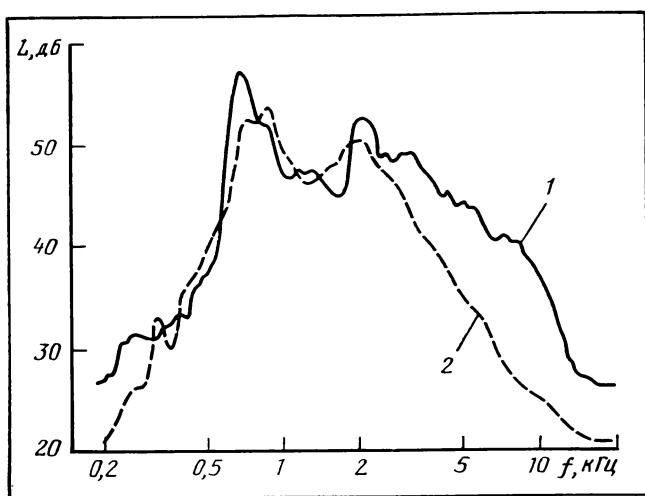


Рис. 2. Вибрационные характеристики (частотные зависимости уровней колебательного ускорения, измеренных с помощью акселерометра с чувствительностью  $1,8 \text{ мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$ ) корпусов грейферных механизмов киносъемочных аппаратов «Кинор-35С» (1) и «Мовикам» (2)

кинопленки возбуждаются на ее собственных частотах, поскольку положение максимумов в шумовой характеристике петли кинопленки и в вибрационной характеристике корпуса грейферного механизма (т. е. в спектре ударной силы, возбуждающей изгибные колебания в кинопленке) не совпадает.

При измерениях установлено, что собственные частоты  $f_n (f_n = \omega_n / 2\pi)$  петли кинопленки НК-2 с усадкой 0,1 % в киносъемочном аппарате «Кинор-35С» равны 597, 1123, 1714, 2142, 3186, 6287, 9894 Гц, а расчетные значения  $f_n$  соответственно — 546, 1106, 1682, 2095, 3122, 6340, 9796 Гц; расчетное значение окружной собственной частоты  $f_R = 6200$  Гц. Таким образом, экспериментальные результаты удовлетворительно согласуются с результатами расчета и, следовательно, приведенные расчетные формулы можно использовать для приближенного вычисления собственных частот изгибных колебаний петли кинопленки. Коэффициенты потерь колебательной энергии при изгибных колебаниях петли кинопленки были измерены резонансным методом, экспериментальные значения коэффициента потерь колебательной энергии  $\eta$  на частотах 1123, 1714, 2142, 3186, 6287, 9894 Гц соответственно равны 0,095; 0,07; 0,046; 0,022; 0,006; 0,004. Используя полученные результаты, можно с помощью выражений (2), (4), (5) определить уровни шума (в третьоктавных полосах частот), излучаемого петлей кинопленки при работе аппарата «Кинор-35С». Расчетные значения уровня шума приведены на рис. 1, а (кривая 3), причем видно, что результаты расчета удовлетворительно согласуются с экспериментальными результатами.

Экспериментальные значения уровня шума, из-

лучаемого петлей 35-мм кинопленки ЦП-8 при работе кинопроекционного аппарата А-144В, в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2000, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000 Гц соответственно равны 53, 52, 55, 54, 51, 47 дБ (измерительный микрофон был установлен на оси объектива аппарата на расстоянии 1 м от петли кинопленки). На частотах  $f < 2000$  Гц уровни шума, излучаемого петлей кинопленки, ниже уровня шума, излучаемого механизмом аппарата при работе без кинопленки. В результате измерений установлено, что на собственных частотах изгибных колебаний петли кинопленки ЦП-8 1918, 2947, 4188, 5056, 6108 Гц (расчетные значения собственных частот близки к экспериментальным значениям), значения коэффициента потерь колебательной энергии  $\eta$  в ней соответственно равны 0,051; 0,025; 0,012; 0,009; 0,007. Расчетные уровни шума, излучаемого петлей кинопленки при работе кинопроекционного аппарата А-144В, в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2000, 3150, 4000, 5000, 6300, 8000 Гц соответственно равны 51, 50, 54, 52, 51, 48 дБ. Таким образом, результаты расчета уровня акустического шума, излучаемого петлей кинопленки при работе аппарата, удовлетворительно согласуются с экспериментальными результатами.

Проведенные исследования показали, что в спектре шума, излучаемого петлей кинопленки, имеется максимум в области средних частот. Наличие этого максимума обусловлено тем, что с ростом частоты колебаний увеличивается коэффициент излучения звука  $\gamma$ , амплитуда колебательной скорости при изгибных колебаниях петли кинопленки сначала незначительно зависит от частоты колебаний (поскольку с ростом частоты колебаний жесткость петли кинопленки, определяемая на собственных частотах петли выражением  $C_k = m_k \omega_n^2 / 4$  растет, а коэффициент потерь колебательной энергии уменьшается), а на более высоких частотах уменьшается с ростом частоты (вследствие увеличения жесткости петли кинопленки и уменьшения амплитуды спектральной составляющей ударной силы, возбуждающей колебания в кинопленке).

В соответствии с выражениями (2) и (4) для снижения уровня шума, излучаемого петлей кинопленки, следует увеличивать жесткость петли  $C_k$ , для того чтобы уменьшить амплитуду колебательной скорости  $v_n$  (этот вывод согласуется с экспериментальными результатами, приведенными в [3]). Кроме того, в связи с тем, что максимальные уровни шума, излучаемого петлей кинопленки, лежат в области средних и высоких частот, то при облицовке внутренних поверхностей корпуса аппарата звукоглощающим материалом значительно снижается уровень шума (поскольку на средних и высоких частотах звукоглощающие материалы даже при небольшой толщине слоя эффективно поглощают звуковые волны).

Измерения показали, что при работе киносъемочного аппарата «Кинор-35С» наиболее интенсивный шум ( $L_k = 38 \dots 43$  дБ) излучается петлей кинопленки в интервале частот 2000...12500 Гц. В этом интервале уровни шума аппарата равны: при работе с закрытой дверцей корпуса (рабочий режим)  $L \leq 16$  дБ (причем вклад в уровень шума аппарата  $L_A$ , корректированный по кривой  $A$ , вносит только максимум  $L_{\max} = 16$  дБ в третьоктавной полосе частот со среднегеометрической частотой 2000 Гц) и при работе без кинопленки —  $L' \leq 13$  дБ. (Микрофон при работе аппарата с закрытой и открытой дверцей был установлен в одной и той же измерительной точке.) В то же время расчет звукоизолирующей способности стенок корпуса аппарата показывает, что в полосе частот со среднегеометрической частотой 2000 Гц звукоизолирующая способность стенок  $\Delta L_3 = 28$  дБ и, следовательно, уровень воздушного шума, прошедшего через стенку корпуса при работе аппарата с кинопленкой  $L_b = L_k - \Delta L_3 = 11$  дБ. Следовательно, расчетный уровень воздушного шума, обусловленный прохождением через стенку корпуса шума, излучаемого петлей кинопленки, ниже, чем измеренный уровень шума аппарата в этой полосе частот ( $L_{\max} = 16$  дБ).

Из сопоставления шумовых характеристик аппарата с вибрационной характеристикой стенки корпуса (в которой также имеется максимум в третьоктавной полосе частот со среднегеометрической частотой 2000 Гц) следует, что уровень шума аппарата определяется уровнем структурного шума, излучаемого при изгибных колебаниях стенок его корпуса. При работе аппарата с кинопленкой возрастают уровни колебательной скорости на плате механизма аппарата (вследствие возбуждения изгибных колебаний грейферного механизма при соударениях зуба грейфера с межперфорационными перемычками кинопленки). За счет этого возрастают (по результатам измерений, на 4...9 дБ в интервале частот 1600...8000 Гц) уровни колебательной скорости на стенках корпуса (поскольку изгибные колебания передаются с платы механизма на корпус аппарата) и, согласно (4), уровень структурного шума, излучаемого при изгибных колебаниях стенки.

Таким образом, при работе киносъемочного аппарата «Кинор-35С» с кинопленкой уровень излучаемого им шума возрастает (по сравнению с уровнем шума, излучаемого при работе аппарата без кинопленки) за счет повышения уровней колебательной скорости на стенках корпуса и на объективе аппарата (поскольку объектив закреплен на плате механизма аппарата без виброизолирующих прокладок), а излучаемый петлей кинопленки воздушный шум эффективно изолируется внутри аппарата стенками его корпуса.

В кинопроекционных аппаратах при отсутствии шумозащитного кожуха (например, в аппаратах

A-144B, 35KSA, МЕО-5XS (ЧССР), закрывающего лентопротяжный тракт, петля кинопленки излучает воздушный шум непосредственно в окружающее пространство и согласно результатам измерений в области высоких частот ( $f \geq 2000$  Гц) является основным источником шума в аппарате. Измерения показали, что разность уровней шума кинопроектора A-144B при работе аппарата с кинопленкой и без нее  $\Delta L_k = 2,5$  дБА (причем в интервале частот 2500...12500 Гц уровни шума аппарата при работе с кинопленкой повышаются на 4...12 дБ), кроме того, при работе аппарата с кинопленкой уровни колебательной скорости на стенках корпуса аппарата возрастают на 7...12 дБ в интервале частот 1600...8000 Гц. Следовательно, уровень шума кинопроекционного аппарата A-144B повышается при работе аппарата с кинопленкой за счет роста уровней воздушного шума (вследствие излучения воздушного шума петлей кинопленки) и структурного шума (за счет увеличения уровней колебательной скорости на стенках корпуса аппарата).

## Выводы

На основе исследований разработана инженерная методика расчета уровней шума, излучаемого петлей кинопленки при работе аппарата. Результаты расчета уровней шума, излучаемого петлей кинопленки, с помощью этой методики удовлетворительно согласуются с экспериментальными результатами. Эту методику расчета можно использовать на стадии проектирования аппарата для расчета ожидаемого уровня шума и определения минимально допустимой звукоизолирующей способности стенок корпуса киносъемочного аппарата.

## Литература

- Гребенников О.Ф. Киносъемочная аппарата. — Л.: Машиностроение, 1971.
- Гордичук И.Б. Советская киносъемочная аппаратура. — М.: Искусство, 1974.
- Гордеев В.Ф., Местковский С.Г., Офицеров Л.И. Влияние качества кинопленок на параметры киносъемочной аппаратуры. — Техника кино и телевидения, 1984, № 11, с. 19—23.
- Щербакова Н.И. Вопросы анализа и оптимизации параметров грейферных механизмов профессиональных киносъемочных аппаратов. Дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. — М.: НИКФИ, 1975.
- Мелик-Степанян А.М., Проворнов С.М. Детали и механизмы киноаппаратуры. — Л.: изд. ЛИКИ, 1980.
- Вахитов Я.Ш. Вibrationи и шумы киноаппаратуры. — Л.: изд. ЛИКИ, 1982.
- Гончевич В.С. Собственные колебания пластинок и оболочек. — Киев: Наукова думка, 1964.
- Местковский С.Г. Оценка физико-механических свойств кинопленки при динамическом нагружении. — Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 12—15.
- Скучик Е. Простые и сложные колебательные системы. — М.: Мир, 1971.
- Maidanik G. Response of ribbed panels to reverberant acoustic fields. — JASA, 1962, 34, N 6, p. 809—826.

УДК 621.397.611.006

## Перспективный пульт звукорежиссера радиотелецентров

А. В. ГРАБЧАК, А. Г. КИРИЕНКО, А. Б. КИРШЕ, Ю. А. СТОРОЖУК  
 (Винницкий политехнический институт)

**Пульт звукорежиссера радиотелецентра — важное звено технических средств звукового сопровождения телевизионных программ и радиовещания.** Совершенствованию пультов всегда уделялось большое внимание, поскольку итоговое качество работы звукорежиссера, по крайней мере в том плане, в каком это вообще зависит от технических параметров и технологических возможностей аппаратуры, во многом определяется возможностями пульта. Долгое время расширение творческих и технологических возможностей пультов звукорежиссера шло по пути прямого наращивания новых функций, и в конечном итоге — за счет прогрессирующего усложнения его конструкции, роста объема и массы и т. п. Сложнее становилась работа режиссера, которому трудно было следить за многочисленными индикаторами, работать со множеством переключателей и ручек управления. Необходимы стали новые принципы и концепции построения пультов.

Бурное развитие микроэлектроники, средств цифровой обработки сигналов звука, вычислительной техники создали принципиально новую базу. Этому же способствовал, особенно заметный в последние годы прогресс в области международной стандартизации по цифровому кодированию звуковых сигналов. Хотя не все вопросы стандартизации получали окончательное решение, уже есть та основа, на которой можно разрабатывать современные концепции построения пультов звукорежиссера. Важен и строительный прогресс персональных компьютеров, которые становятся, в частности, и технической основой общения человека с компьютеризированной аппаратурой новых поколений.

Эти объективные тенденции все шире находят отражение в новых моделях пультов звукорежиссера (ПЗ). В табл. 1 на примере ряда зарубежных фирм представлены соответствующие достижения [1—3]. Они наиболее ярко выражены в концепции виртуального управления. Виртуальное управление возникло как реакция на возрастающий объем органов управления ПЗ в виде кнопок, тумблеров, регуляторов и их рассредоточенности в поле зрения оператора (звукорежиссера); низкую информативность, заключающуюся в положениях регуляторов. Например, «гигант» Soundcraft 2400 содержит около 2000 управляющих органов, расположенных на поле  $2,2 \times 0,95$  м. Из них, в частности, имеется 24 однотипных модуля (по 60 органов управления каждым). Практически звукорежиссер одновременно может удерживать в поле зрения лишь положение всех регуляторов и индикаторов уровня, а остальная информация фиксируется в его сознании фрагментами, на которых он сосредоточивает в данный момент внимание.

Поэтому разработчики новых моделей пошли по пути концентрации органов управления и визуализации необходимой в данный момент информа-

ции. Это нашло отражение во введении в состав ПЗ, прежде всего, дисплеев, как алфавитно-цифровых, так и графических. На графическом дисплее оператору предоставляются группы функциональных клавиш (набор подпрограмм). Путем вызова соответствующей клавиши оператор получает доступ к требуемой информации (касающейся, например, группы или отдельного канала), которая тут же отображается на дисплее. Второй кардинальный шаг — введение в дисплей предэкранных панелей, чувствительных к касанию пальца оператора (сенсорная панель). При этом отпадает необходимость использования значительной части традиционной клавиатуры, которая заменяется несколькими десятками клавиш, отображающихся на экранном поле. Таким образцом «интеллектуального» дисплея является, например, модель 1241 LOGIC ANALYZER фирмы TEKTRONIX [4].

Следующим шагом виртуального управления является возможность запоминания состояний пульта в памяти. При этом начальная установка ПЗ или заранее заданная осуществляется всего по нескольким командам, что освобождает звукорежиссера от массы лишних операций.

Вышеперечисленные возможности позволяют считать, что мы стоим на пороге создания персонального компьютера звукорежиссера, который в максимальной степени, с учетом эргономических требований, «разгружает» звукорежиссера от рутинных операций, предоставляя ему более широкие творческие возможности. Тщательный анализ современного состояния ПЗ позволяет утверждать, что компьютеризация позволит реализовать новые по сравнению с указанными технические возможности. Перспективный ПЗ радиотелецентров, конечно, должен базироваться на лучших зарубежных и отечественных образцах, дополненных новыми концепциями, которые можно определить как «единственная кнопка», «единственная свертка» и «доступ пользователя». Однако прежде чем перейти к анализу указанных концепций, полезно остановиться на структуре и функциях перспективного цифрового оборудования РТЦ. Среди основных факторов, которые следует иметь в виду при выборе архитектуры оборудования РТЦ, полное разделение звуковых и управляющих цепей ПЗ. Наиболее просто такое разделение достигается при цифровом управлении и

Таблица 1. Пульты звукорежиссера с виртуальным управлением

Пульты	Обработка сигналов	Отображение информации			Управляющие органы		Особенности
		традиционное (положение регуляторов, индикаторы)	алфавитно-цифровой дисплей	графический дисплей	традиционные с централизацией органов	новые	
NEVE HARRISON-10 CALREC	Цифровая Аналоговая »	+	+	+	+	—	— Запоминание 30 состояний пульта
AMEK QUAD EIGHT COMPUMIX IV	» » »	+	+	Набор под-программ	Положения регуляторов эквалайзера Вывод всех регуляторов	+	Сенсорная панель Память 80 Мбайт
SOLID STATE LOGIC SL-GOOE	»	+	»		Функциональная клавиатура	—	3 стереомикшера
SOUND DROID*	Цифровая	—	»	+	+	Сенсорная панель	Память 825 Мбайт
COMPU SONICS DSP-2000	»	—	»	+	+	Сенсорная панель, «катящийся шар», «мышь»	«Расчленение» пульта
ENERTEC	Аналогово-цифровая	+	—	+	+	—	Запоминание состояний пульта

\* Пульт предназначен для киностудий, все остальные для радиотелецентров

Таблица 2. Устройства цифровой обработки сигналов

Тип, фирма, страна	Исполнение	Разрядность	Емкость		Операции, программное обеспечение	Быстро-действие	Порты ввода/вывода
			ЗУ	ПЗУ			
TMS 32010 Texas Instruments, США	Однокристальный	16 $16 \times 16 \rightarrow 32$ $16 \times 16 \rightarrow 32$	288 байт	3 Кбайт	Умножение, сложение, свертка; обратная 200 нс	Цикл команды 200 нс	8 каналов ввода, 8 каналов вывода, 16-разрядная двунаправленная шина
FDSP-3, Япония	»	16 $16 \times 16 \rightarrow 26$ $16 \times 16 \rightarrow 26$	$16 \times 128 \times 2$ внутреннее $16 \times 1024$ внешнее	24×1024 внутреннее $24 \times 1024$ внешнее	Умножение, сложение, логические операции; 38 команд	Цикл команды 100 нс	2 регистра ввода, 2 регистра вывода, 16-разрядные шины
1802 BP5, СССР	»	16 $16 \times 16 \rightarrow 32$	16-разрядные регистры	—	Умножение	130 нс	2 регистра ввода, 1 регистр вывода параллельные
1815 ВФ3, СССР	»	переменная	регистры специального назначения	—	Комплексное умножение, «бабочка», 24-разрядное микропрограммное управление	2500 нс (для 24-разрядных операндов)	2 регистра ввода, 4 регистра вывода
ST-100, США	Модульные	32	8 Мбит (32 Мбит)	—	БПФ над разрядными комплексными числами, 128-разрядная команда	Цикл команды 40 нс	8 процессоров ввода/вывода
ESL. MTI, США	»	16 $16 \times 16 \rightarrow 32$ $16 \times 16 + 32 \rightarrow 48$	$1024 \times 16$ каждой ячейки, 20 ячеек	—	ДПФ 512×512 основанные на 4096 точек, задачи (200 млн. оп/с) линейной алгебры	Цикл команды 8; свертка до 200 нс; 1 порт вывода 4096 точек, задачи (200 млн. оп/с)	1 порт ввода, 1 порт вывода
Copas-2D NEVE, Великобритания	»	16 $16 \times 16 \rightarrow 24$	$64K \times 20$	—	Сложение, умножение, свертка; до 140 нс 141 инструкций за 21 мс	Цикл команды 140 нс	1 порт ввода, 1 порт вывода

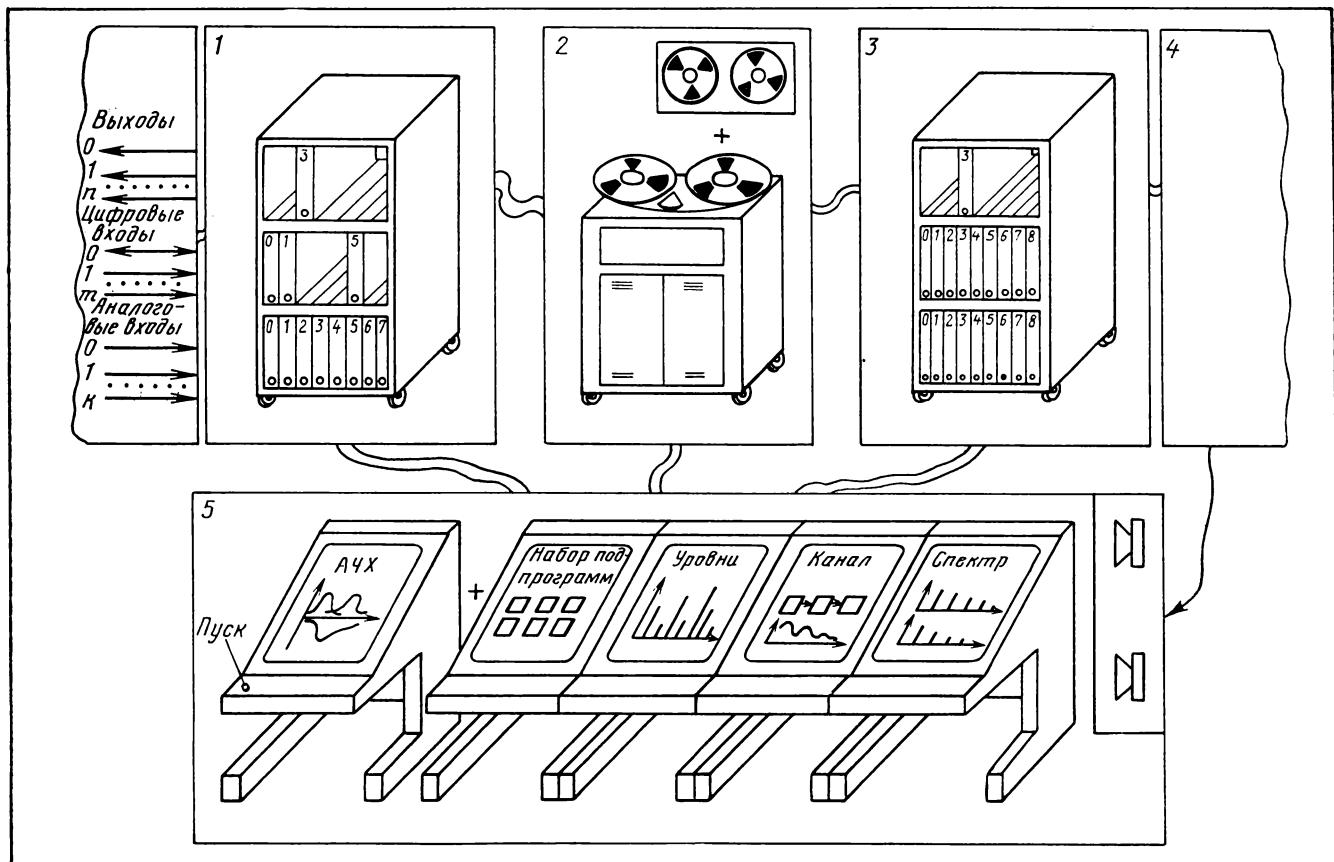


Рис. 1. Состав цифрового звукового оборудования:

1 — модули преобразователей; 2 — периферийные устройства; 3 — модули ЦОЗС; 4 — оборудование звукоусиления; 5 — дисплейный пульт управления

цифровой обработке звуковых сигналов (ЦОЗС). Очень важно, чтобы с одного пульта могли работать несколько звукорежиссеров или же выполняться одновременно несколько разнотипных функций. Современному подходу отвечают модульность и наращиваемость оборудования, минимизация мощности.

Разрабатывая новую аппаратуру, конечно, надо учитывать и состояние отечественных микропроцессорных средств и специализированных больших интегральных схем (БИС). Последнее вызывает определенную тревогу. Это становится очевидным из сравнительного анализа зарубежных и отечественных БИС для ЦОЗС, представленных в табл. 2 [5, 6, 7]. Как следствие, многоканальные отечественные цифровые пульты, к сожалению, будут иметь повышенные размеры и потребляемую мощность. Структура ПЗ представлена на рис. 1. В его составе четыре терриориально разделенные функциональные группы оборудования, размещенные в аппаратной и соединенные между собой волоконнооптическими линиями связи (10...500 метров). Это модули преобразователей, комплект периферийных устройств и модули цифровой обра-

ботки сигналов, дисплейный пульт управления.

Модули преобразователей выполняют две группы функций. Первая из них связана с коммутацией и преобразованием аналоговых величин в цифровые и обратно (АЦП и ЦАП). Частота дискретизации равна 48 кГц, количество разрядов линейного кодирования — 16 (96 дБ) с возможностью наращивания до 20 (120 дБ). Вторая группа функций связана с цифровыми источниками звука. Как известно [8], в настоящее время существует несколько принятых значений частоты дискретизации — 32; 44,1; 48 кГц. Предполагается частота 31,25 кГц для стереосопровождения в телевидении. Поэтому для согласования частот необходимы устройства «универсального звукового цифрового сигнала», т. е. транскодеры или преобразователи частот дискретизации.

Комплект периферийных устройств включает в себя устройства как аналоговой, так и цифровой многоканальной записи и блоки оперативной памяти большой емкости (порядка 1 Мбайт).

Модули ЦОЗС содержат специализированные процессы, выполняющие следующие функции обработки в канале: инвертирование фазы; регулировку уровня, включая паузу, лимитера, компандера, эквалайзера, линии задержки, спецэффектов типа эхо, реверберации и т. д.; шумовой обработ-

ки, содержащей шумоподавитель и генераторы специальных шумов. Функции междуканальной обработки заключаются, собственно, в микшировании, организации кросс-матрицы, электронном монтаже звуковых фрагментов. Предусмотрены различные сервисные функции типа электронного таймера и диагностики пульта.

Дисплейный пульт управления (ДПУ), являющийся «электронными глазами и руками» ПЗ, содержит 3...5 идентичных цветных монитора, конструктивно выполненных в отдельных легко стыкуемых стойках. Пульт по желанию может «собираться». Так, для радиодома третьего класса достаточен пульт, выполненный в одной стойке, для РТЦ первого класса «собирается» пульт из 4...5 стоек. Для соответствующего количества стоек группируется необходимое оборудование модулей-преобразователей и модулей ЦОЗС. Оборудование варьируется от 4 до 8 звуковых каналов (от 2 до 4 стереоканалов). Таким образом, минимальной конфигурацией является четырехканальный пульт, а максимальной — пульт, содержащий 64 цифровых канала. Предполагаются выходы на 32-канальный цифровой магнитофон и выходы всех групп каналов.

ДПУ базируется на концепции «единственной кнопки». Суть концепции заключается в том, что в ДПУ имеется только одна из множества традиционных кнопок, а именно, кнопка «Пуск», а все остальные управляющие органы виртуальные, т. е. «возникают» по мере необходимости на экранах мониторов по указанию оператора. Итак, когда нажата кнопка «Пуск» в зрительном поле, образованном группой дисплеев, выполненных в соответствии с рекомендациями [4, 9], появляется информация. На одном из экранов предъявляется главный (глобальный) набор подпрограмм, содержащий ряд секций.

Секция «общее управление» имеет клавиши «настройка пульта», «установка входов», «установка выходов», с помощью которых формируется динамическая конфигурация ПЗ. Секция «канальное управление» включает клавиши «функциональный состав», «динамика канала» и обеспечивает доступ к любому каналу. Секция «групповое управление» содержит клавиши «канальный состав», «динамика группы» и позволяет контролировать состояние выбранной группы (групп) каналов. Секция «сервисное управление» включает клавиши: «таймер», «монтаж фрагмента», «диагностика», «пользователь» и обеспечивает возможность дополнительных функций. Секция «каналы» и «группы» содержит клавиши с номерами от 0 до 7, посредством которых выбирается соответствующая группа и канал.

Касаясь пальцем одной из клавиш предэкранной панели, на следующем дисплее вызывают «изображение», раскрывающее содержание этой клавиши. Например, когда нажата клавиша «функцио-

нальный состав», на экране воспроизводится мнемоническая схема канала, являющаяся подпрограммой второго уровня. Путем выбора клавиши «регулятор», «лимитер», «командер» и т. д. оператор может «собрать» требуемую конфигурацию канала. Здесь же имеется подпрограмма, позволяющая задать характеристики выбранной функции в канале, которые детализируются на следующем уровне иерархии на третьем экране и т. д. Такая организация виртуального управления позволяет эффективно выбрать требуемую информацию и своевременно ею управлять.

Следует подчеркнуть наличие режима по умолчанию. Например, если вначале работы не нажата клавиша «настройка пульта», то автоматически по программе всем положениям регулировок параметров будут присвоены определенные средние значения; если при выборе клавиши «динамика уровней» не выбран номер группы, на экране дисплея будет отображено положение уровней громкости каналов нулевой группы. Режим по умолчанию придает определенную степень «интеллектуальности» управляющим техническим средствам, исключает режим «зависания» пульта при неправильных действиях оператора (либо при их отсутствии). Рассмотреть подробно все виды информации, предъявляемой пользователю, не представляется возможным, поэтому перечислим основные возможности:

◊ алфавитно-цифровые символы и специальные знаки;

◊ графические статические примитивы (квадраты, прямоугольники, линии и т. д.), образующие мнемосхемы (например, состав канала) и различные графики (например, типичные АЧХ эквалайзера);

◊ динамические конфигурации, включающие текущее время, спектральный и временной состав сигнала в канале, пиковый индикатор и т. д.

Эти возможности, реализованные с применением псевдотрехмерных проекций, цветовой гаммы, ограничений по объему предъявляемой оператору информации, в полной мере отвечают эргономическим требованиям и создают максимум удобств звукорежиссеру, которые подкрепляются концепцией «доступа пользователя». Суть этой концепции сводится к тому, что любые действия оператора с пультом (выбор конфигурации пульта по входным каналам, выходам, функциональному составу каналов, положениям регуляторов, параметрам и т. д.) фиксируются в оперативной памяти и путем функциональной клавиши «пользователь» могут быть перенесены в долговременную память, а затем в любое время восстановлены. Например, удачно выбранные параметры при создании эффекта искусственной реверберации оформляются в виде подпрограммы с любым именем и запоминаются в памяти. Эта процедура заключается в нажатии всего трех-четырех клавиш. Концепция «доступа

пользователя» позволяет создавать непрерывно пополняющийся архив (библиотеку подпрограмм) удачных звукорежиссерских находок. Они включаются в состав подпрограмм и могут быть использованы в любое время пользователем, как это заложено в профессиональных персональных ЭВМ.

Для реализации широкого спектра функциональных возможностей перспективного ПЗ необходима мощная программа и аппаратурная поддержка. Основная проблема связана со скоростью вычислений при ЦОЗС. Приближенный расчет показал, что при реализации перспективного цифрового 64-канального пульта с непосредственной обработкой сигналов, эквивалентной сверткам над 1000 звуковыми отсчетами в каждом канале, которые выполняются в реальном масштабе времени, потребовалась ЭВМ с производительностью около  $10^9$  операций (типа умножения) в секунду! Масштабом реального времени ПЗ является период дискретизации, т. е. около 20,83 мкс. Реальные возможности отечественных ЭВМ существенно ниже — они примерно в  $2 \cdot 10^8$  раз медленнее. Анализ, выполненный с целью найти резервы в организации вычислительных процедур, позволит сформулировать концепцию вычислений «единственной свертки».

Суть концепции поясним на примере ЦОЗС одного канала. Пусть на некотором временном отрезке необходимо осуществить подавление низких частот, создать эффект присутствия и обеспечить требуемый уровень громкости. Первая задача решается с применением фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ фильтра) [10]. Для каждого отсчета  $y_1(nT)$  необходимо выполнить операцию свертки над массивом входных отсчетов  $\{X(nT)\}$ :

$$y_1(nT) = \sum \alpha_i \otimes X[(n-i)T], \quad (1)$$

где  $i=0, \overline{N}-1$ ,  $N$  — порядок КИХ-фильтра,  $\alpha_i$  — коэффициенты НЧ фильтра,  $\otimes$  — знак операции свертки. Затем из массива  $\{y_1(nT)\}$  осуществляется свертка, реализующая «эффект присутствия»:

$$y_2(nT) = \sum \beta_j \otimes y_1[(n-j)T], \quad (2)$$

где  $j=0, \overline{M}-1$ ,  $M$  — порядок фильтра,  $\beta_j$  — соответствующий коэффициент. Суммарный отсчет  $y_3(nT)$  равен

$$y_3(nT) = C \otimes y_2(nT), \quad (3)$$

где  $C$  — коэффициент уровня громкости.

Чтобы найти  $y_3(nT)$ , необходимо осуществить  $(NM+1)$  «быстрых» умножений. При этом отсчет  $X(nT)$  будет умножаться на коэффициенты  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $C$ . Осуществив подстановку (1), (2), в (3) получим результатирующую свертку

$$y_3(nT) = \sum \gamma_k X[(n-k)T], \quad (4)$$

где  $k=0, \overline{N}+\overline{M}-1$ . Коэффициент  $\gamma_k$  определяется по матрице  $\{A_{ij}\}$ , составленной из произведений

$C \times \alpha_i \times \beta_j$ ; он равен сумме диагональных членов  $\{A_{ij}\}$ .

При этом необходимо осуществить  $NM+N+\overline{M}-1$  умножений для вычисления  $\gamma_k$  и  $N+\overline{M}-1$  — в свертке в соответствии с (4). Полученная оценка кажется парадоксальной — для увеличения эффективности вычислительной процедуры вместо  $(NM+1)$  умножений мы должны выполнить  $[NM+2(N+\overline{M}-1)]$  умножений. Однако «быстрых» умножений необходимо всего  $(N+\overline{M}-1)$ , а остальные  $(NM+N+\overline{M}-1)$  умножений могут быть вычислены за время, равное реакции оператора при смене параметров (коэффициентов сверток), а это время составляет 100 и более мс. Так, при  $N=M=100$  в первом случае необходимо за 20 мкс осуществить  $10^4$  умножений, а во втором — всего 200! В этом и заключается концепция «единственной свертки», когда основная «тяжесть» перенесена в область «медленных» вычислений, а скоростное вычисление осуществляется над единственной сверткой.

Вторым преимуществом этой концепции является то, что каждый отсчет звукового сигнала участвует в вычислении выходного отсчета 1 раз, поэтому округления, приводящие к накоплению погрешности при последовательных традиционных вычислениях, не влияют в этом случае на результат. Обеспечить точность коэффициентов не представляет труда, если «медленные» умножения выполнять с применением теоретико-числовых преобразований алгебраических молей в базисе чисел Ферма или Мерсенна [11, 12].

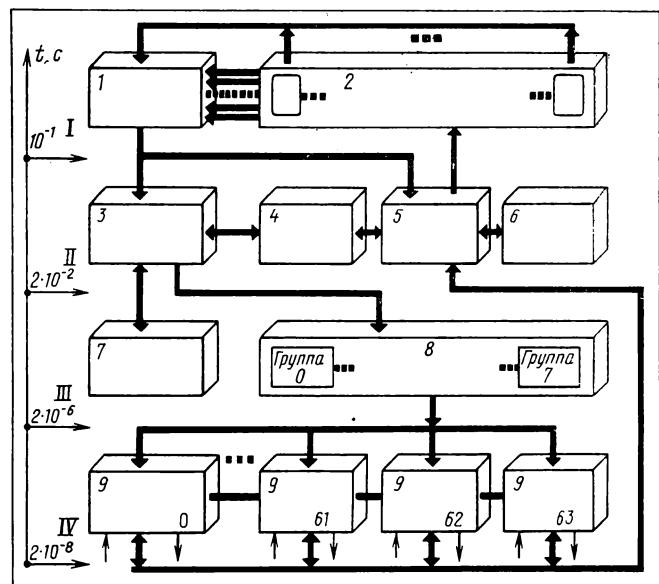
Предложенные концепции обусловливают архитектуру вычислительных средств ПЗ. Иерархия уровней вычислительных средств определяется функциональной нагрузкой и временем их выполнения. Выделены четыре уровня:

◊ Первый определяется временем реакции оператора и воздействием на органы управления (100 мс и более). Примерно за 100 мс должен производиться цикл опроса поля оператора для выявления управляемых команд, поступающих от предэкранных панелей.

◊ Второй уровень занимает временньюю шкалу от 1 до 20 мс. За это время необходимо осуществить формирование управляемых воздействий для организации требуемых программ ЦОЗС и выдачи визуальной информации (смена меню); осуществить цикл диагностики. Привязка второго уровня целесообразна к сигналам кадровой синхронизации.

◊ Третий уровень (20 мкс ... 20 мс) обеспечивает настройку параметров и хода вычислительного процесса, т. е. производится перерасчет коэффициентов для вычислений свертки.

◊ Четвертый уровень обеспечивает скоростной вычислительный процесс за время 20 мкс с тактовой частотой около 48 МГц (период около 20 нс). Здесь привязка уровня обработки осуществляется



**Рис. 2. Архитектура вычислительных средств:**  
1 — процессор сенсорного ввода; 2 — поле оператора; 3 — процессор связи; 4 — архивная память; 5 — процессор изображения; 6 — память изображений (меню); 7 — память состояний; 8 — процессор настройки параметров; 9 — канальный процессор

с частотой дискретизации, равной 48 кГц.

На рис. 2 представлена архитектура иерархических вычислительных средств ПЗ. На первом уровне функционирует процессор сенсорного ввода, обрабатывающий в мультиплексном режиме прерывания (управляющие команды) от предэкранных панелей поля оператора. На втором уровне параллельно выполняют обработку процессор связи и процессор формирования изображений с соответствующими блоками памяти. Третий уровень обработки поддерживают процессоры настройки параметров (один на группу каналов). И, наконец, на четвертом уровне расположены канальные процессоры, причем каждый из них может выполнять функции групповой (межканальной) обработки сигналов.

Такая иерархическая конфигурация позволяет для каждого уровня определять оптимальные в смысле аппаратурных затрат вычислительные ресурсы. Так, если процессоры первого и второго уровня могут быть реализованы на серийных микропроцессорах, то на остальных уровнях необходимо применять специализированные ЭВМ.

Сводные характеристики перспективного ПЗ приведены ниже. В заключение следует отметить факторы, сдерживающие разработку перспективного ПЗ. В первую очередь это практическое отсутствие первичных цифровых источников звуковых сигналов (цифровых микрофонов, лазерных проигрывателей и т. д.), а также отечественных многоканальных устройств цифровой магнитной записи звуковых сигналов. Нет и серийных АЦП

и ЦАП с требуемыми характеристиками. Следует вспомнить и об отсутствии соглашения о конструктивах для аппаратуры цифровой обработки звука (типа КАМАК).

Можно надеяться, что это — временные, а не принципиальные трудности, поэтому следует рассматривать как вполне реальные выпуск и освоение в XII пятилетке отечественного пульта звукорежиссера радиотелецентров.

#### Перспективный цифровой пульт звукорежиссера РТЦ

**Состав оборудования**

наращиваемые модули преобразователей, модули цифровой обработки сигналов; комплект периферийных устройств; дисплейный пульт управления

**Число каналов**

по входу: 4...8 звуковых канала в группе;  
4...8 групп

по выходу: 32 выхода на многоканальный магнитофон; групповые выходы

16 разрядов, 48 кГц, частота дискретизации, возможность транскодирования (в кГц): 48 → 32, 48 → 44,1; 32 → 48, 44,1 → 48

**Преобразование звукового сигнала**

регулятор уровня, пауза, лимитер, компандер, инвертор фазы, эквалайзер, линия задержки, спецэффекты, блок шумовой обработки

**Функции звукового канала**

кросс-матрица, микширование, электронный монтаж звуковых фрагментов

**Межканальная обработка**

посредством предэкранных панелей мониторов, чувствительных к касанию пальца; возможно голосом (алфавит до 100 слов)

**Ввод информации**

группа из 3...5 цветных дисплеев с гаммой 8...16 цветов; алфавитно-цифровая индикация; мнемосхемы; динамическая графика; речевая «подсказка» (до 30 слов)

**Управление**

виртуальное, динамическая конфигурация пульта, интерактивный режим с применением функциональных меню память состояний пульта, начальная установка пульта по программе, формирование архива состояний и параметров пульта; электронный программный таймер

**Сервисные функции**

автоматическая диагностика параметров звукового тракта; резервирование звуковых каналов

иерархическая; распределенная мультипроцессорная вычислительная структура

#### Литература

1. Jones R. The virtual console. — Recording engineer producer, 1985, 16, N 5, p. 162—175.
2. Mc Alilly G. W. Audio Processing for the BBC Digital Control Vehicle. — Broadcast Engineer, 1984, 15, N 195, p. 67—76.
3. Blake L. Digital sound for motion pictures. —

- Recording engineer producer, 1985, 16, N 5, p. 122—157.
4. Проспект фирмы TEKTRONIX Международная выставка «Метрология-86».
5. Аллен Дж. Архитектура вычислительных устройств для цифровой обработки сигналов. — ТИИЭР, 1985, 73, № 5, с. 4—29.
6. A High Performance LSI Digital Signal Processor for Communication / — Y. Mochida, K. Mignano, T. Tsuda, H. Gambe, S. Fujii — IEEE J. on Selected areas in communications, 1985, sac-3, N 2, p. 341—356.
7. Корнейчук В. И., Тарасенко В. И., Мишинский Ю. Н. Вычислительные устройства на микросхемах. Справочник. — Киев: Техника, 1986.
8. Власов Т. И., Банк М. У. Проблемы стыковки цифровых звуковых систем и устройств с различными форматами цифровых сигналов. — Техника кино и телевидения, 1985, № 8, с. 45—46.
9. Фудзэ Т. Телевизионные системы высокого разрешения. — ТИИЭР, 1985, 73, № 4, с. 171—182.
10. Рабинер Л., Гоулд В. Теория и применение цифровой обработки сигналов. — М.: Мир, 1978.
11. Макклеллан Дж. Х., Рейдер И. М. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов. — М.: Радио и связь, 1983.
12. Блейхат Р. Э. Алгебраические поля, обработка сигналов, контроль ошибок. — ТИИЭР, 1985, 73, № 5, с. 30—53.

□ □ □

УДК 621.397.61:621.397.132].072.6.078

## Алгоритмы автоматической настройки камер ЦТ

Б. Н. БЫЧКОВ, Б. С. ТИМОФЕЕВ (Ленинградский институт авиационного приборостроения)

Этой статьей редакция журнала продолжает публикацию цикла работ, посвященных использованию микропроцессорной (МП) техники в телевидении. Начальный период внедрения МП, когда был интересен сам факт их использования, уже миновал. В литературе достаточно полно ограждены вопросы построения технических средств МП систем и их программного обеспечения. Многие инженеры-радиотехники, в том числе и на телевизионных центрах страны, приобрели необходимые знания и опыт, чтобы самим строить такие системы в порядке рационализации и повышения технического уровня телекинопроизводства. Однако вряд ли целесообразно повторять на базе МП известные технические решения, зачастую упрощенные для минимизации массы, габаритов и энергопотребления аппаратуры. Поэтому нужно прежде всего так сформулировать задачу, чтобы применение МП для ее решения было наиболее эффективным.

Быстродействия современных МП явно недостаточно для анализа и синтеза широкополосных ТВ сигналов в реальном масштабе времени. Поэтому в состав МП системы включаются блоки, выполненные на микросхемах широкого применения. В зависимости от принятых в ходе проектирования решений относительный объем буферных блоков может колебаться в широких пределах, и если эти решения неудачны, на долю МП остается выполнение простейших функций и его применение становится экономически нецелесообразным.

Стремление решить все проблемы программным способом заметно усложняет программу и снижает быстродействие всей системы в целом. Поэтому достижение разумного компромисса между аппаратными и программными средствами является одной из важнейших задач, от успешного решения которой зависит эффективность МП системы.

Реализация оптимальных алгоритмов в МП системах позволяет существенно повысить качественные показатели ТВ систем и делает применение в них МП экономически целесообразным. В предлагаемой читателю статье, например, показано, что удается снизить время настройки камер ЦТ до 30...40 с, достигаемого за счет применения

обобщенного критерия качества и рассмотренного в статье модифицированного алгоритма Ньютона поиска минимума целевой функции. Это позволяет оптимизировать качественные показатели камеры даже в интервале коротких перерывов ТВ передач, чего нельзя делать, если настройка продолжается несколько минут. Дальнейшее повышение быстродействия МП системы возможно лишь за счет усложнения аппаратуры.

Современные камеры ЦТ содержат встроенные микропроцессорные системы автоматической настройки, которые улучшают качество передаваемых изображений и обеспечивают существенные удобства при эксплуатации [1—3]. При сравнении таких систем важнейшие показатели — точность и быстродействие [4]. Требование высокого быстродействия обусловлено необходимостью производить настройку камер периодически в кратких перерывах ТВ передач. Основа для повышения быстродействия таких систем — выбор алгоритма настройки, при котором минимизировано число обращений к датчику, формирующему численные значения целевой функции качества один раз за телевизионный кадр [1]. К другим факторам, которые следует учитывать при выборе алгоритма поиска экстремума целевой функции, можно отнести: число арифметических операций, выполняемых на каждой итерации (обычно учитываются только операции умножения или деления, так как время их выполнения в микро-ЭВМ намного больше, чем сложения или вычитания); требуемые объемы оперативной памяти ОЗУ микро-ЭВМ для расчетов и постоянной памяти ПЗУ при записи программы;

точность проведения расчетов на микро-ЭВМ; размерность пространства регулируемых параметров.

При выборе алгоритма оптимизации необходимо максимально учитывать особенности целевых функций, которые обычно представляются в виде поверхностей (линий в двумерном случае) равного качества. Целевые функции зависят от испытательного изображения, примененного критерия для оценки качества его воспроизведения ТВ системой, базиса корректирующих сигналов, систем их ввода и особенностей преобразователя свет-сигнал.

Чтобы получить равную точность коррекции неравномерностей уровней черного и белого в ТВ сигнале, половина площади универсального испытательного объекта должна быть черной, а другая — белой. Для устранения геометрических искажений и совмещения растров цветоделенных каналов ТВ камеры, в объекте должны иметь место резкие яркостные переходы, равномерно распределенные по площади кадра, число которых выбрано из условия равной точности коррекции геометрических и яркостных искажений [1, 2]. Моделью сигнала, соответствующего такому эталонному изображению, является функция  $U_a(x, y)$ , принимающая на участках белого значения  $U_a(x, y)=1$  и черного  $U_a(x, y)=0$ .

Формирование корректирующих сигналов выполняется в соответствии с функцией

$$K_j(x, y) = \sum \alpha_{j, p, q, k} \Phi_{p, k}(x) \Phi_{q, l}(y),$$

где суммирование выполняется по индексам  $p=0, N-1; q=0, M-1; k=0, m; l=0, m-k; j$  — соответственно белое (б) и черное (ч), а также вертикальное (в) и горизонтальное (г);  $N, M$  — число участков по горизонтали и по вертикали, на которые разбито поле телевизионного кадра;  $m$  — степень полинома; для этого используют ортогональный кусочно-многочленный базис  $\{\Phi_i(x, y)\} = \{\Phi_{p, q, k}(x, y)\} = \{\Phi_{p, k}(x) \Phi_{q, l}(y)\}$ , применение которого обеспечивает в процессе настройки независимый поиск коэффициентов разложения  $\alpha_{j, p, q, k}$  при  $j=\text{const}$ . В известных системах автоматической настройки камер ЦТ применяют импульсный базис с  $N=13, M=14$  и линейной интерполяцией промежуточных между отсчетами значений корректирующих сигналов ( $m=1$ ). В других системах используют ортогональные полиномы, спределенные на всей площади кадра:  $N=M=1, m=3$ . Промежуточное положение занимают системы, в которых корректирующие сигналы формируются для четырех зон ТВ кадра:  $N=M=2, m=2$  [2, 4, 5].

Для устранения несоответствий уровней черного и белого в ТВ сигнале их эталонным значениям корректирующие сигналы  $K_b(x, y)$  и  $K_b'(x, y)$  вводят аддитивно и мультипликативно в ТВ сигнал, а геометрические искажения и рассовмещения растров компенсируют путем замешивания  $K_r(x, y)$  и

$K_b(x, y)$  в токи разверток. В преобразователях свет-сигнал с накоплением зарядов величина сигнала прямо пропорциональна скорости движения развертывающего пучка и корректирующие сигналы  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$ , изменяя скорость движения пучка, тем самым дополнительно модулируют ТВ сигнал.

Степень приближения переданного ТВ системой и эталонного изображений чаще всего оценивают по норме  $L_2$  (среднеквадратичное приближение). Тогда, с учетом рассмотренных факторов, целевой функционал

$$\begin{aligned} F(\alpha) = & \int_{-h/2}^{h/2} \int_{-b/2}^{b/2} \left\{ U_a(x, y) - K_b'(x, y) \left[ \left( 1 + p_r \frac{\partial K_r(x, y)}{\partial x} + \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. + p_b \frac{\partial K_b(x, y)}{\partial y} \right) \times U(x + K_r(x, y), y + K_b(x, y)) + \right. \right. \\ & \left. \left. + K_q(x, y) \right] \right\}^2 dx dy = \min, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $h$  — высота,  $b$  — ширина ТВ кадра,  $p_r, p_b$  — коэффициенты пропорциональности.

Использованные в (1) производные от корректирующих сигналов  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$  понижают их порядок на единицу по соответствующим координатам. Поэтому существует взаимная зависимость между параметрами сигналов, корректирующих геометрические и яркостные искажения, при составляющих базиса, смешенных по индексу: увеличение размеров растра приводит к росту тока ТВ сигнала, квадратичная нелинейность развертки — к линейному изменению амплитуды ТВ сигнала по направлению развертки и т. д.

Связь между параметрами сигналов, корректирующих геометрические искажения по горизонтали и вертикали, обусловлена структурой эталонного изображения. Для совмещения растров цветоделенных каналов ТВ камеры, согласно (1), используется корреляционный метод, а целевая функция совпадает с автокорреляционной функцией АКФ эталонного изображения. Для исключения взаимной зависимости параметров сигналов  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$  необходимо, чтобы АКФ не зависела от направления сдвига, т. е. эталонное изображение было изотропным. Этому требованию удовлетворяет тест-таблица, построенная на основе двоичных псевдослучайных последовательностей [1, 2, 6]. Примером изображения, при использовании которого наблюдается сильная взаимная зависимость параметров сигналов  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$  с одинаковыми индексами, являются наклонные черные и белые полосы.

Если считать, что искажения отсутствуют, то  $U_a(x, y) = U(x, y)$ . Примем  $|K_b'(x, y) - 1| = |K_b(x, y)| \leq \varepsilon; |K_q(x, y)| \leq \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — максимальные начальные искажения, составляющие для современных камер ЦТ значение порядка единиц

процентов, причем смещения центра апертуры развертывающего пучка сигналами  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$  не превосходят ее диаметра. В этом случае целевой функционал (1) приводится к виду

$$\begin{aligned} & \int_{-h/2}^{h/2} \int_{-b/2}^{b/2} \left\{ U_s^2 K_b^2 + 2U_s K_q \left[ K_b + p_r \frac{\partial K_r}{\partial x} + p_b \frac{\partial K_b}{\partial y} \right] + \right. \\ & \quad \left. + 2U_s^2 K_b \times \left[ p_r \frac{\partial K_r}{\partial x} + p_b \frac{\partial K_b}{\partial y} \right] \right\} dx dy + \\ & \quad + \int_{-a/2}^{h/2} \int_{-b/2}^{b/2} \{ K_q^2 + K_r^2 + K_b^2 \} dx dy. \end{aligned} \quad (2)$$

Для принятой эталонной функции  $U_s(x, y)$  после интегрирования первого члена (2) появляется коэффициент 0,5; из-за ортогональности базиса интегралы от произведений  $\varphi_i(x, y) \times \varphi_q(x, y)$  отличны от нуля только при  $i=q$  и равны постоянным коэффициентам  $v_i$ , зависящим от принятого способа нормировки базиса. Поэтому (2) сводится к квадратичной форме

$$\langle \alpha, \theta \alpha \rangle + \langle a, \alpha \rangle + C = \min, \quad (3)$$

где  $\alpha, a$  — векторы в пространстве параметров  $\mathbf{R}^n$ ,  $\theta$  — симметричная матрица размера  $n \times n$ ,  $C$  — скалярная функция,  $\langle \dots \rangle$  — знак скалярного произведения в пространстве с нормой  $L_2$ .

При записи вектора параметров  $\alpha$  многомерная индексация составляющих этого вектора  $\alpha_{kl}$  заменена на одномерную  $\alpha_i$  внутри корректирующего сигнала  $K_i(x, y)$ .

При базисе из ортогональных полиномов степени  $m$ , матрица  $\theta$  — клеточная, вдоль диагонали которой располагается  $q=m(m+1)/2$  подматриц размером  $4 \times 4$  и  $2r=2(m+1)$  подматриц размером  $2 \times 2$ . Подматрицы вне диагонали — нулевые. Подматрицы размером  $2 \times 2$

$$\theta_{bqi} = \begin{bmatrix} \theta_i & 0,5\theta_i \\ 0,5\theta_i & 0,5\theta_i \end{bmatrix}, \quad \theta_{gvi} = \begin{bmatrix} \theta_i & 0 \\ 0 & \theta_i \end{bmatrix}$$

показывают, что взаимная зависимость существует только между параметрами сигналов  $K_b(x, y)$  и  $K_g(x, y)$  при одинаковых составляющих базиса. Подматрицы размером  $4 \times 4$  являются клеточными матрицами  $2 \times 2$ , элементы которых — сами матрицы  $2 \times 2$ , т. е.

$$\theta_i = \begin{bmatrix} \theta_{bqi} & \theta_{kgi} \\ \theta_{kgi}^T & \theta_{gvi+1} \end{bmatrix}, \text{ где } \theta_{kgi} = 0,5 \begin{bmatrix} p_r \theta_i & p_b \theta_i \\ p_b \theta_i & p_r \theta_i \end{bmatrix}.$$

Матрицы представляют функции связи смещенных по индексу на единицу параметров сигналов с корректирующими яркостными и геометрическимиискажениями.

Когда использован импульсный базис корректирующих сигналов и линейная интерполяция промежуточных между отсчетами сигналов,  $K_r(x, y)$  и  $K_b(x, y)$  линейно изменяют скорость движения луча в пределах зоны разбиения ТВ кадра. При

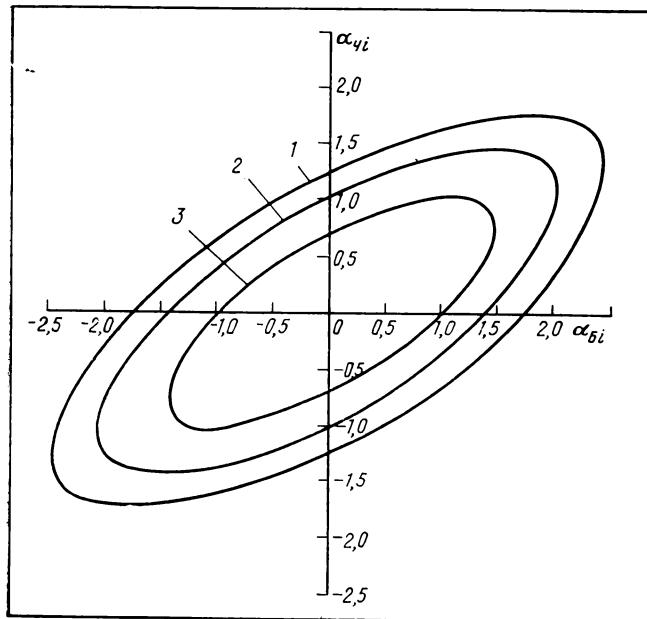
этом коэффициенты нормировки  $\theta_i$  не зависят от номера составляющей базиса, а полная матрица  $\theta$  является клеточной с  $NM$  одинаковыми подматрицами  $4 \times 4$ , размещенными на ее диагонали.

Взаимное влияние параметров сигналов  $K_b(x, y)$  и  $K_g(x, y)$  при одинаковых составляющих базиса поясняется рис. 1.

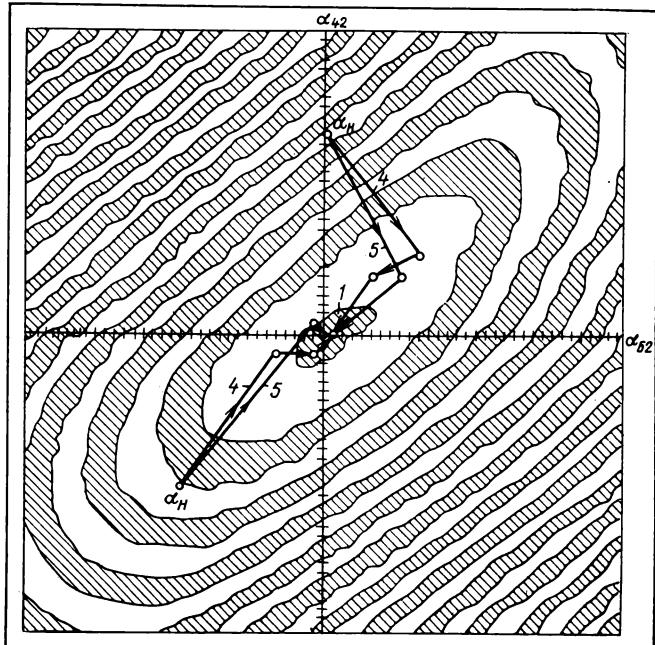
Эллипсы на рис. 1 повернуты относительно осей координат на угол  $33 \dots 45^\circ$ , что отражает сильную зависимость этих параметров при настройке камеры по обобщенному критерию (1). Взаимную зависимость между указанными параметрами можно устраниить, если баланс черного осуществлять при закрытой заслонке объектива, а белого — по тест-таблице. Однако балансировка черного по тест-таблице более точна, поскольку в этом случае учитывается светорассеяние в объективе.

Для параметров при разных составляющих базиса как между  $K_b(x, y)$  и  $K_g(x, y)$ , так и внутри каждого корректирующего сигнала, линии равных значений целевой функции представляют собой эллипсы, ориентированные по осям координат (рис. 2). Линии равных значений целевой функции в системе координат  $\alpha_{bi}, \alpha_{bi+1}(\alpha_{ri+1})$  повернуты на угол около  $10^\circ$  (рис. 3, a) и ориентированы по осям координат  $\alpha_{bi}, \alpha_{bj}(\alpha_{rj})$  при  $j \neq i+1$  (рис. 3, b), что показывает в первом случае слабую взаимную зависимость, а во втором — полное ее отсутствие между соответствующими параметрами. Поверхности равных значений (3) представляют собой выпуклые и замкнутые относительно точки оптимума оболочки, что свидетельствует о положительной определенности матрицы  $\theta$  и позволяет получить высокую скорость сходимости методов поиска точки минимума  $F(\alpha)$ . Это подтверждается моделью процесса автоматической настройки камер ЦТ методами Гаусса-Зейделя (покоординатного спуска), градиентными методами наискорейшего спуска и Флетчера-Ривса (сопряженных градиентов). Результаты моделирования приведены в табл. 1 и иллюстрируются полученными траекториями спуска на рис. 1...3.

В табл. 1 под точностью понимается усредненное по опытам смещение достигнутых точек оптимума относительно центра симметрии зоны нечувствительности датчика целевой функции, вызванной малой крутизной целевой функции вблизи оптимума, ошибкой ее квантования  $\epsilon_0$  и целочисленностью составляющих вектора параметров  $\alpha$ . Все методы поиска минимума целевой функции (1) отличаются способом задания направления поиска  $d_k$  на  $k$ -й итерации. В методе Гаусса-Зейделя поиск минимума (1) производится циклами с последовательным обходом в каждом цикле координатных осей  $e_j$ , по которым откладываются значения составляющих вектора  $\alpha$  параметров регулирования (кривые 2 на рис. 1...3). На каждой итерации осуществляется поиск точки локального минимума (1) методом полиномиальной аппрокси-



а



б

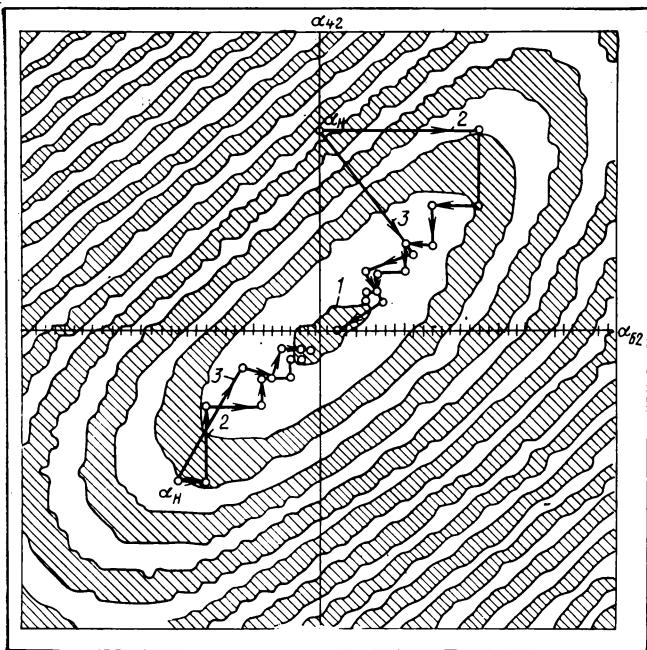


Рис. 1. Линии равных значений целевой функции  $F(\alpha)$  в системе координат  $\alpha_{42}$ ,  $\alpha_{62}$  (параболический шейдинг-сигнал с частотой кадров по черному и белому) теоретические (а) и экспериментальные (б, в) с траекториями движения к минимуму:

1 — положение минимума; 2 — траектория, сформированная по методу Гаусса-Зейделя; 3 — наискорейшего спуска; 4 — Флетчера-Ривса; 5 — Ньютона (модифицированному):

однако имеет низкое быстродействие, так как выявленные особенности целевой функции не учитываются [2].

Метод наискорейшего спуска выигрывает по быстродействию, так как направление поиска  $d_k = -g_k$ , где  $g_k$  — вектор-градиент, составленный из первых производных (1) по составляющим вектора параметров  $\alpha$  (кривые 3 на рис. 1...3). Так как целевая функция задана численно, для определения  $j$ -й составляющей вектора-градиента используется конечно-разностная аппроксимация

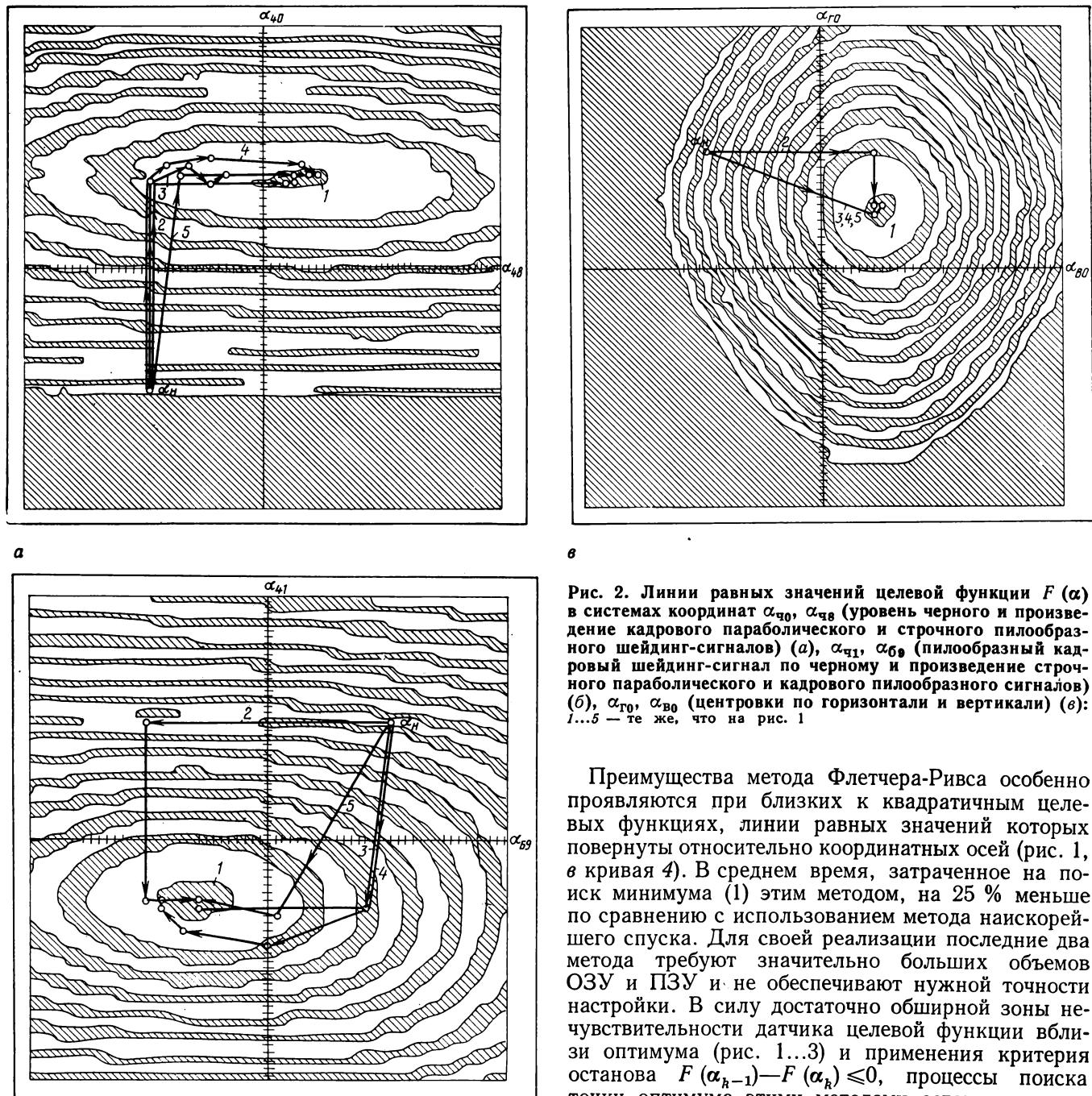
$$g_j(\alpha_k) = [F(\alpha_k + \delta_j e_j) - F(\alpha_k - \delta_j e_j)] / 2\delta_j,$$

где оптимальный пробный шаг  $\delta = (4 \varepsilon_0 / \vartheta_j)^{1/3}$  выбирается из условия минимума ошибки аппроксимации, складывающейся из ошибок  $\varepsilon_0$  квантования и отбрасывания  $\vartheta_j$ , слагаемых тейлоровского разложения целевой функции  $F(\alpha)$ . При аппроксимации корректирующих сигналов ортогональными полиномами шаг  $\delta_j$  тем больше, чем выше номер составляющей базиса. Число обращений к датчику целевой функции для набора вектора-градиента равно  $2n+1$ .

В методе Флетчера-Ривса дальнейшее ускоре-

б

мации, причем выполняются всего две арифметические операции. Время расчетов не выше длительности кадрового гасящего импульса, поэтому им можно пренебречь. Время настройки определяется числом затрачиваемых на всех итерациях обращений к датчику целевой функции, умноженным на длительность ТВ кадра. Метод Гаусса-Зейделя обеспечивает высокую точность настройки, наиболее прост в реализации в виде программы микро-ЭВМ (объемы ОЗУ и ПЗУ минимальны),



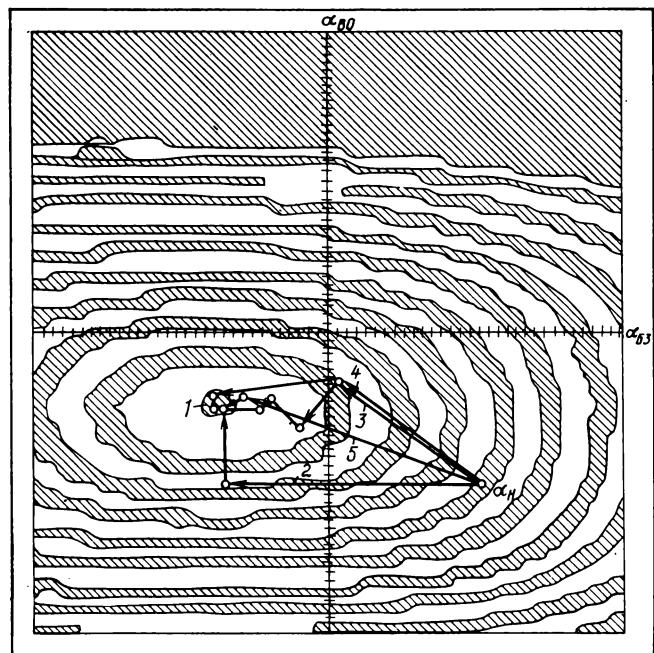
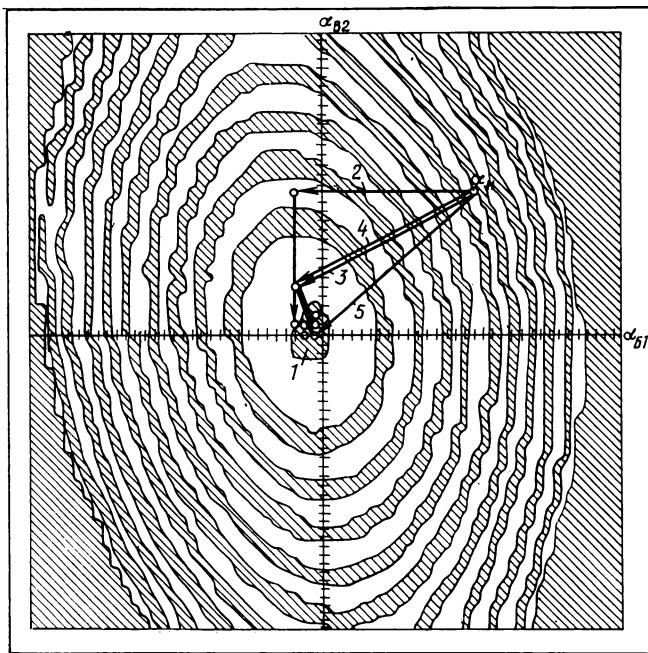
ние настройки достигается за счет использования при выработке направления поиска  $d_k$  дополнительной информации о целевой функции, полученной на предыдущих ( $k=1$ )-й итерациях [8]

$$\begin{aligned} d_k &= (-g_k + \beta_k d_{k-1}) / \langle -g_k + \beta_k d_{k-1}, \\ &\quad -g_k + \beta_k d_{k-1} \rangle^{1/2}; \\ \beta_k &= \langle g_k, g_k \rangle / \langle g_{k-1}, g_{k-1} \rangle. \end{aligned}$$

Рис. 2. Линии равных значений целевой функции  $F(\alpha)$  в системах координат  $\alpha_{\text{ч}0}, \alpha_{\text{ч}8}$  (уровень черного и произведение кадрового параболического и строчного пилообразного шейдинг-сигналов) (а),  $\alpha_{\text{ч}1}, \alpha_{\text{б}9}$  (пилообразный кадровый шейдинг-сигнал по черному и произведение строчного параболического и кадрового пилообразного сигналов) (б),  $\alpha_{\text{т}0}, \alpha_{\text{в}0}$  (центровки по горизонтали и вертикали) (в): 1...5 — те же, что на рис. 1

Преимущества метода Флетчера-Ривса особенно проявляются при близких к квадратичным целевых функциях, линии равных значений которых повернуты относительно координатных осей (рис. 1, в кривая 4). В среднем время, затраченное на поиск минимума (1) этим методом, на 25 % меньше по сравнению с использованием метода наискорейшего спуска. Для своей реализации последние два метода требуют значительно больших объемов ОЗУ и ПЗУ и не обеспечивают нужной точности настройки. В силу достаточно обширной зоны нечувствительности датчика целевой функции вблизи оптимума (рис. 1...3) и применения критерия останова  $F(\alpha_{k-1}) - F(\alpha_k) \leq 0$ , процессы поиска точки оптимума этими методами останавливаются раньше, чем достигается центр симметрии этой зоны.

В методе Ньютона направление спуска  $d_k = -H_k^{-1} g_k$ , где  $H_k^{-1}$  — матрица, обратная матрице Гессе  $H_k$ , составленной из вторых производных  $F(\alpha)$  по координатам вектора параметров. Для квадратичной целевой функции метод Ньютона сходится за одну итерацию. Его недостатком является набор и обращение матрицы  $H_k$  размером  $n \times n$  и дополнительный объем ОЗУ для запоми-



а

Рис. 3. Линии равных значений целевой функции  $F(\alpha)$  в системах координат  $\alpha_{b2}$ ,  $\alpha_{b1}$  (параболическая нелинейность по вертикали и пилообразный шейдинг-сигнал с частотой кадров по белому (а),  $\alpha_{b0}$ ,  $\alpha_{b3}$  (центровка по вертикали, кубический параболический шейдинг-сигнал с частотой кадров) (б):

1...5 — те же, что на рис. 1

нания обратной матрицы. Для набора матрицы Гессе методом конечных разностей требуется  $(n^2 + n + 1)$  обращений к датчику целевой функции; около  $n^3$  арифметических операций затрачивается на ее обращение; объем ОЗУ для запоминания обратной матрицы равен  $n(n+1)/2$  байт. При  $n=40$  дополнительный объем ОЗУ составит 820 байт, время на набор и обращение матрицы Гессе соот-

Таблица 1. Основные параметры различных методов поиска минимума

Метод	Итерации	Обращения к датчику	Операции	Время расчетов, с	Объем ОЗУ и ПЗУ, байт	Время настройки, с	Точность, %
Гаусса-Зейделя Наискорейшего спуска	164	972	328	—	240 1500 1000	39	1,6
	3,9	342	2618	1,6	2500 1100	15,3	2,2
Флэтчера-Ривса Модифицированный Ньютона	3,0	267	2725	1,6	2600 1100	12,3	2,7
	2,6	234	2565	1,5	2600	10,9	0,7

б

ветственно около 66 и 20 с, что неприемлемо.

Для квадратичной целевой функции (3) матрица Гессе совпадает с матрицей  $\Theta$ , вид которой известен из проведенного анализа. Матрица  $\Theta$  мало меняется в ходе эксплуатации ТВ камеры, ее элементы можно заранее рассчитать или найти в процессе самообучения системы автоматической настройки, затем определить  $\Theta^{-1}$  и записать в памяти микро-ЭВМ. Предлагается модифицировать метод Ньютона: исключить операции по набору и обращению матрицы Гессе в процессе настройки и вырабатывать на каждой итерации направление поиска  $d_k = -\Theta^{-1}g_k$ . Положительная определенность матрицы  $\Theta$  гарантирует сходимость предложенного метода. Клеточная структура матрицы  $\Theta$  значительно сокращает время на ее набор и обращение, а также объем ОЗУ для запоминания матрицы  $\Theta^{-1}$ . Так как при операциях перемножения клеточных матриц их клетки можно рассматривать как элементы этих матриц, то обратная матрица  $\Theta^{-1}$  также будет клеточной с подматрицами вдоль ее диагонали, обратными соответствующим подматрицам исходной матрицы [7]. Объем ОЗУ для запоминания матрицы  $\Theta^{-1}$  равен числу ее отличных от нуля элементов и при  $n=40$  составляет 80 байт. Набор матрицы  $\Theta$  заканчивается после 161-го обращения к датчику целевой функции (6, 5 с), для ее обращения нужно выполнить 424 арифметические операции (около 0,13 с).

Проведенное моделирование этого метода (см. табл. 1) показало максимальные из всех рассмотренных методов скорость сходимости и точность настройки (кривые 5 на рис. 1...3).

Матрицу  $\theta^{-1}$  можно уточнять на каждом шаге итерационного процесса поиска минимума (3) с использованием алгоритма Дэвидона (переменной метрики) [8]

$$\theta_{k+1}^{-1} = \theta_k^{-1} + d_k d_k^T / \langle p_k, d_k \rangle - \theta_k^{-1} p_k p_k^T \theta_k^{-1} / \langle p_k, \theta_k^{-1} p_k \rangle,$$

где  $\theta_0^{-1} = \theta^{-1}$ ,  $p_k = g_{k+1} - g_k$ .

Для выполнения вычислений на каждом шаге нужно определить вектор-градиент  $g_{k+1}$  и выполнить около 6500 арифметических операций. Повысить быстродействие не удается, так как число итераций сокращается незначительно, а время на дополнительные расчеты составляет около 2 с. Кроме того, существенно возрастают сложность программы и объем ОЗУ.

Для определения центра симметрии зоны нечувствительности датчика целевой функции после выполнения критерия останова предлагается увеличить пробные шаги  $\delta_j$  до значений, превышающих половину размера этой зоны по  $j$ -му направлению, и применить аргументный критерий останова  $\|\alpha_k - \alpha_{k-1}\| \leq \epsilon$ , где  $\epsilon$  — заданное минимальное значение рабочего шага.

Исходя из сказанного и данных табл. 1 для практического использования при настройке камер ЦТ можно рекомендовать модифицированный метод Ньютона как наиболее быстродействующий и метод Гаусса-Зейделя как наиболее простой.

Практический алгоритм автоматической настройки должен быть дополнен блоком определения точки начального приближения, так как вдали от оптимума в целевой функции наблюдаются плоские участки («плоскогорья») из-за ограниченности динамического диапазона датчика целевой функции (рис. 2...4) и рассмотренные методы не работают. Следовательно, нужно организовать просмотр пространства параметров  $R^n$  для выбора точки начального приближения  $\alpha_n$ , в которой целевая функция минимальна. Это особенно важно при первоначальной настройке ТВ системы, когда многие параметры далеки от своих оптимальных значений. Если ТВ система уже настраивалась, то за точку начального приближения выгодно принимать вектор параметров, достигнутый при предыдущей настройке. Для просмотра пространства параметров используют методы регулярного и псевдослучайного поиска [9]. Считается, что методы псевдослучайного поиска дают лучшие результаты, чем регулярные: при одинаковом числе пробных точек значение целевой функции в точке начального приближения для псевдослучайных методов обычно меньше. Однако это справедливо в условиях, когда в регулярных методах пробные точки располагаются в узлах равномерной кубической решетки.

Оптимальное равномерное распределение пробных точек в пространстве параметров достигается на основе построения ЛП<sub>τ</sub>-последовательности [10].

Этот метод обеспечивает наиболее равномерное распределение как самих пробных точек в пространстве параметров, так и всех их проекций на грани и ребра многомерного куба (рис. 4). Алгоритм построения ЛП<sub>τ</sub>-последовательности включает в себя логические операции, с так называемыми направляющими числами  $V_{jl}$  и координаты пробной точки

$$a_{ij} = e_p V_{js} \oplus \dots \oplus e_2 V_{j2} \oplus e_1 V_{j1}, \quad i = \overline{e_p, e_1}, \quad (4)$$

где  $e_l$  — разряды двоичного числа, представляющего номер пробной точки по  $j$ -й составляющей вектора параметров;  $V_{jl}$  берутся из строки  $j$  и столбца  $l$  таблицы направляющих чисел [10], а знак  $\oplus$  означает операцию «исключающее или» (сложение по модулю два). Если  $l$ -й разряд двоичного числа номера пробной точки  $i$  равен единице, число  $V_{jl}$  включается в рассмотрение в (4), если нуль — то не включается.

При эксплуатации ТВ камеры наиболее вероятны большие уходы параметров при низких степенях составляющих корректирующих сигналов: это центровки и размеры ТВ растров, уровни черного и белого в ТВ сигналах, по которым целевая функция (1) имеет наибольшую крутизну. Поэтому целесообразно производить поиск начального приближения указанными методами только по этим составляющим, принимая за начальное приближение остальных параметров их нулевые значения.

Данные моделирования методов ЛП<sub>τ</sub>-последовательности и псевдослучайного поиска точки начального приближения по восьми параметрам ре-

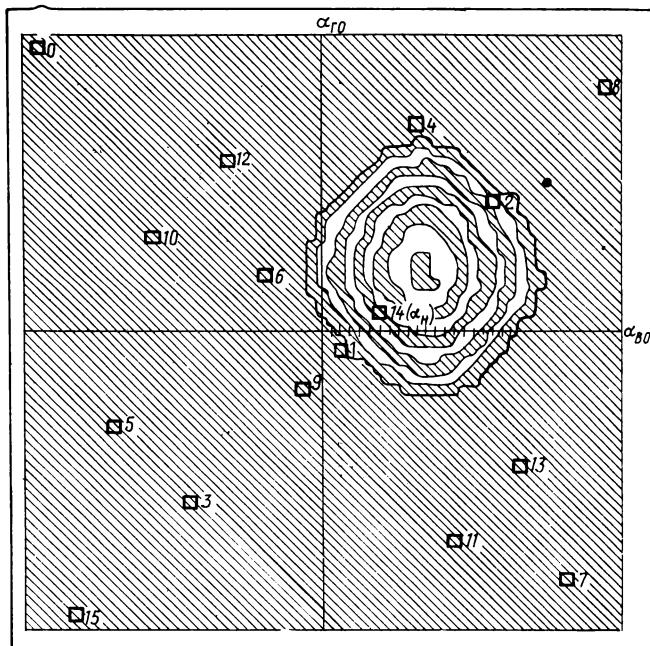


Рис. 4. Линии равных значений целевой функции и расположение пробных точек ЛП<sub>τ</sub>-последовательности

гулирования приведены в табл. 2 в виде усредненных по многим опытам значений целевой функции в точках начального приближения, отнесенных к ее максимальному значению на «плоскогорье».

Из табл. 2 видно, что поиск точки начального приближения методом ЛП<sub>τ</sub>-последовательности более эффективен. К блоку программы, выполняющей поиск точки начального приближения, следует обращаться в тех случаях, когда  $F(\alpha_n) = -1$ . Для ускорения поиска  $\alpha_n$  методом построения ЛП<sub>τ</sub>-последовательности предлагается начинать с

Таблица 2. Относительные значения целевой функции

Методы	Пробные точки					
	4	8	16	32	64	128
ЛП <sub>τ</sub> -последовательности	1	0,80	0,79	0,73	0,70	0,66
Псевдослучайный	1	1	0,91	0,85	0,79	0,76

восьми пробных точек и циклически увеличивать их число  $i=2^p$  до тех пор, пока не будет достигнута  $F(\alpha_n) < 1$ . На каждом последующем цикле, согласно (4), формируется множество пробных точек, включающее в себя проанализированные на предыдущих циклах точки, и число обращений к датчику целевой функции растет вдвое медленнее, чем число пробных точек.

Предложенный алгоритм (рис. 5) обеспечивает максимальные быстродействие и точность при настройке камеры ЦТ по обобщенному критерию качества (1). При формировании корректирующих сигналов из кусочно-многочленного базиса возможно дополнительное сокращение времени настройки за счет параллельного определения составляющих вектора-градиента по зонам раstra.

Алгоритм (см. рис. 5) может использоваться при настройке камеры ЦТ по частным показателям качества

$$F_j(\alpha_j) = \int_{-h/2}^{h/2} \int_{-b/2}^{b/2} [I_j(x, y) + O_j\{k_j(x, y)\}]^2 dx dy = \min. \quad (5)$$

где  $I_j(x, y)$  — искажающий сигнал,  $j \in \{\text{ч, б, г, в}\}$ ,  $O_j\{\cdot\}$  — операторы ввода корректирующих сигналов в ТВ сигнал исполнительными звенями системы: управляемыми усилителями, генераторами разверток и отклоняющими системами.

Для ускорения процесса настройки предлагается поиск минимума  $F_j(\alpha_j)$  проводить путем определения нулей ее частных производных по составляющим  $\alpha_{ji}$  вектора параметров  $\partial F_j / \partial \alpha_{ji} = 0$ . Если операторы ввода с точностью до постоянной  $C_j$  тождественны, то с учетом сказанного задача (5) сводится к решению системы из  $s+1$  уравнений

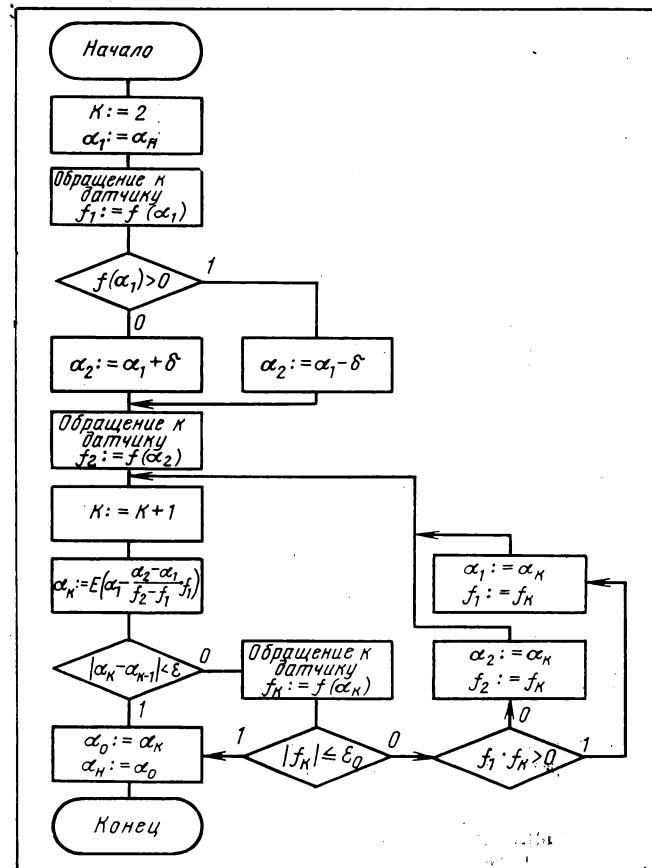


Рис. 5. Алгоритм автоматической настройки одного канала камеры ЦТ

$$f_{ji}(\alpha_{ji}) = \int_{-h/2}^{h/2} \int_{-b/2}^{b/2} [I_j(x, y) + C_j K_j(x, y)] \varphi_i(x, y) \times dx dy = 0, \quad (6)$$

где  $i = \overline{0, s}$ ;  $I_j(x, y) + C_j K_j(x, y) = I'_j(x, y)$  — остаточный искажающий сигнал.

При ортогональном базисе системы уравнений (6) распадается на  $s+1$  независимых и линейных относительно  $\alpha_{ji}$  уравнений, каждое из которых решают имеющим наивысшую скорость сходимости методом секущих. На каждом шаге итеративного процесса (рис. 6) точка следующего приближения функции

$$\alpha_k = \alpha_1 - (\alpha_2 - \alpha_1) f_1 / (f_2 - f_1),$$

где  $f(\alpha) = f_{ji}(\alpha_{ji})$ ,  $f_1 = f(\alpha_1)$ ,  $f_2 = f(\alpha_2)$ .

На первом шаге нужно задать  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  и два раза обратиться к датчику функции (6). На следующем шаге приравнивают  $\alpha_1$  или  $\alpha_2$  рассчитанному на предыдущей итерации значению  $\alpha_k$  и один раз обращаются к датчику и снова проводят вычисления по (7). Итеративный процесс заканчивается,

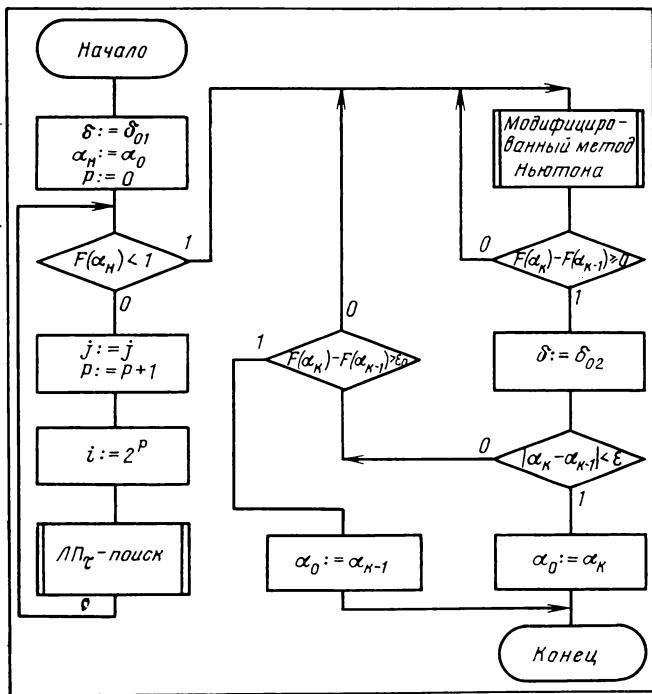


Рис. 6. Алгоритм автоматического определения параметров корректирующих сигналов  $\alpha_j$ .

когда выполняется один из критериев останова  $|\alpha_k - \alpha_{k-1}| < \epsilon$  или  $|f_k| \leq \epsilon_0$ .

При аппаратурной реализации  $s+1$  датчиков, формирующих параллельно за время длительности одного периода кадровой развертки значения скалярных произведений (6), для определения параметров четырех корректирующих сигналов нужно затратить 28 обращений к датчику и выполнить 416 арифметических операций. Время настройки составит 1,3 с.

Предложенный алгоритм учитывает свойства исполнительных звеньев системы автоматической настройки камеры ЦТ. Наложенные условия тождественности с точностью до постоянной  $C_j$  операторов ввода и ортогональности (а не ортонормированности) базисных сигналов легко выполнимы (рис. 7).

Остаточные искажающие сигналы  $I_c(x, y)$  и  $I'_b(x, y)$  выделяются вычитанием из ТВ сигналов от черного и белого тест-объектов соответствующих им эталонных сигналов. Сигналы  $I_r(x, y)$  и  $I_b(x, y)$  формируются в виде широтно-импульсно модулированных сигналов путем бинарного квантования ТВ сигналов от тест-объектов в виде чередующихся вертикальных или горизонтальных черных полос на белом фоне с их последующим цифровым фазовым детектированием относительно эталонных сигналов [11]. Особенно эффективно применение предложенного алгоритма при использовании для формирования корректирующих

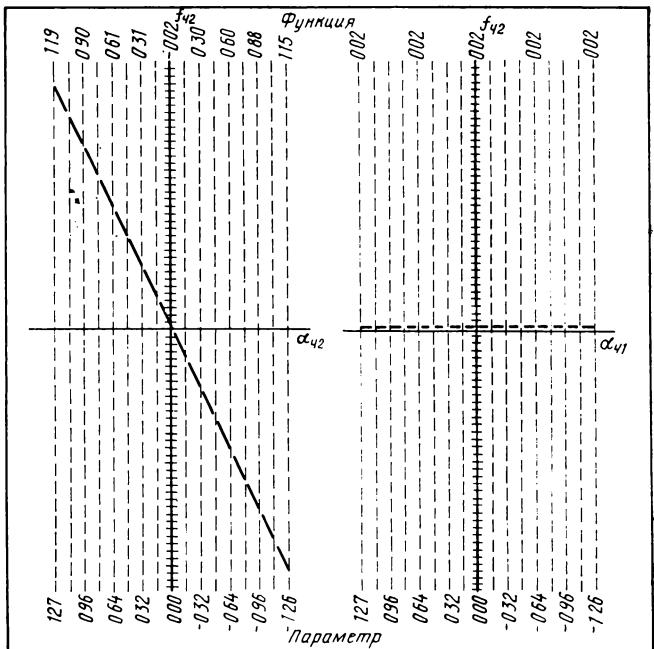


Рис. 7. Зависимости значений функции  $f_{42}$  от одноименного параметра  $\alpha_{42}$  и разноименного параметра  $\alpha_{41}$

сигналов импульсного базиса. При этом скалярные произведения (6) заменяются средними значениями остаточных сигналов в пределах зон, на которые разбито поле кадра, и вычисляются параллельно, так что число датчиков увеличивать нет необходимости. Недостатком предложенного алгоритма является некоторое увеличение состава аппаратуры при его реализации по сравнению с ранее рассмотренным.

## Выводы

Критериями по выбору алгоритма автоматической настройки камеры ЦТ являются точность, быстродействие и сложность аппаратурной реализации.

При настройке камеры ЦТ по обобщенному показателю качества целевой функция близка к квадратичной с матрицей  $\Theta$ , зависящей от выбранного базиса для формирования корректирующих сигналов, особенностей систем их ввода, преобразователей свет-сигнал и испытательных изображений.

При ортогональном базисе матрица  $\Theta$  клеточная и мало меняется при эксплуатации ТВ камеры. Клетки этой матрицы учитывают взаимную зависимость параметров сигналов, корректирующих различные виды искажений.

Метод поиска минимума целевой функции Гаусса-Зейделя наиболее простой, устойчивый к по-

грешностям вычислений и обеспечивает высокую точность настройки, но медленный, так как не учитывает выявленные особенности целевой функции.

Синтезированный модифицированный метод Ньютона обеспечивает максимальные быстродействие и точность настройки из всех проверенных методов.

Для выбора точки начального приближения основан метод построения ЛП<sub>τ</sub>-последовательности.

Предложен итеративный метод параллельного определения параметров корректирующих сигналов, позволяющий достичь потенциального быстродействия ценой некоторого усложнения аппаратуры. Этот метод наиболее целесообразно использовать в малокадровых системах телевидения и при импульсном базисе для формирования корректирующих сигналов.

## Литература

1. Тимофеев Б. С. Применение микропроцессоров для автоматической настройки телевизионных камер. — Техника кино и телевидения, 1981, № 10, с. 49—53.
2. Микропроцессорная система для автоматической настройки камер ЦТ / Б. С. Тимофеев, Б. Н. Бычков, В. А. Дамбитидр. — Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 35—41.

3. Бычков Б. Н., Тимофеев Б. С. Методы определения параметров сигналов, компенсирующих искажения в телевизионных системах. — Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1983, вып. 1, с. 66—73.

4. Бычков Б. Н., Тимофеев Б. С. Автоматическая коррекция искажений в современных камерах ЦТ. — Техника кино и телевидения, 1985, № 7, с. 47—58.

5. Бычков Б. Н., Кузнецов Н. Н., Тимофеев Б. С. Цифровая коррекция датчиков ТВ сигналов. — Техника кино и телевидения, 1981, № 1, с. 46—52.

6. Тимофеев Б. С. Объективные критерии качества настройки телевизионных систем. — Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1984, вып. 2, с. 36—44.

7. Сигорский В. П. Математический аппарат инженера. — Киев: Техника, 1977.

8. Аоки М. Введение в методы оптимизации. — М.: Наука, 1977.

9. Растрогин Л. А. Случайный поиск — специфика, этапы истории и предрассудки. — В кн.: Вопросы кибернетики, вып. 33. Проблемы случайного поиска. — М.: Наука, 1978, с. 3—16.

10. Соболь И. М., Статников Р. Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. — М.: Наука, 1981.

11. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. — М.: Мир, 1982.



УДК 621.397.2.037.372

## Четырехкратное сокращение цифрового потока при адаптивном групповом кодировании ТВ изображений

С. А. КУЛИКОВ, С. В. САРДЫКО, А. С. ШМЫГОЛЬ (Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения)

Одно из основных требований, предъявляемых к алгоритмам эффективного кодирования ТВ изображений, заключается в простоте их реализации. Известно, что относительно легко реализуются кодирующее и декодирующее устройства при кодировании ТВ изображений по методу дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ). Однако эффективность систем с ДИКМ+(3...4 бита/элемент) сравнительно невелика.

Большая эффективность присуща кодированию на основе ортогональных преобразований с применением детерминированных базисов [1, 2] и особенно адаптивных методов [3], поскольку алгоритм адаптивного группового (АГ) кодирования требует меньших объемов вычислений и памяти,

чем кодирование с детерминированными унитарными преобразованиями.

Сокращение объема цифрового потока при АГ кодировании достигается за счет описания  $l$  градаций яркости кодируемого фрагмента меньшим числом  $l_1$  и эффективного кодирования передаваемых коэффициентов, при этом каждая градация из  $l_1$  представляет собой средний уровень яркости определенной группы элементов кодируемого фрагмента. В основу данного метода эффективного кодирования положено свойство математического ожидания минимизировать среднеквадратичную ошибку при любом распределении случайных величин.

Уменьшение числа двоичных единиц до 1,8 бит

на каждый элемент яркости получено при АГ кодировании фрагментов  $4 \times 4$  (в общем случае 16 градаций яркости) с помощью двух градаций [4] по правилу

$$\hat{x}_{ij} = a_1 + \{+a_2/p, -a_2/(16-p)\}, \quad (1)$$

где  $x_{ij}$ ,  $\hat{x}_{ij}$  — элементы кодируемого и декодируемого фрагментов, соответственно  $p$  — число элементов  $x_{ij} \geq a_1$ ;  $a_1 = (1/16) \sum x_{ij}$ ;  $a_2 = (1/2) \sum |x_{ij} - a_1|$ , суммирование здесь и в дальнейшем ведется по всем значениям  $i, j = 1, 4$ . В (1) и в дальнейшем в аналогичных выражениях используется первый член фигурных скобок, если  $x_{ij} \geq a_1$ , и второй — при  $x_{ij} < a_1$ .

Уровни  $a_1 + a_2/p$  и  $a_1 - a_2/(16-p)$  представляют средние значения яркости групп элементов, имеющих яркость, большую и равную  $a_1$  или меньшую. Коэффициенты  $a_1$ ,  $a_2$  и  $S_1$  кодировались соответственно семью-, пятью- и шестнадцатиразрядными кодами. Однако при этом появляются искажения, которые были заметны в первую очередь на наклонных контурах. Моделирование алгоритма для группы  $4 \times 4$  при полноразрядных кодах  $a_1$  и  $a_2$  (соответственно 8 и 10) показало, что отмеченные выше искажения не устраняются. Таким образом, для кодирования группы  $4 \times 4$  использование двух градаций в соответствии с правилом (1) оказывается недостаточным.

В [5] предложено другое правило кодирования 16-элементного фрагмента с помощью двух градаций:

$$\hat{x}_{ij} = a_1 + \bar{\sigma} \{ +[p/(16-p)]^{1/2}, -[(16-p)/p]^{1/2} \}, \quad (2)$$

где

$$\bar{\sigma} = (1/16) [\sum (x_{ij}^2 - a_1^2)]^{1/2}.$$

Квантование на два уровня элементов кодируемых групп в соответствии с (2) сохраняет стандартные моменты  $a_1$  и  $\bar{\sigma}$  последовательности отсчетов  $x_{ij}$ . Этот алгоритм эффективного кодирования ТВ изображений авторы назвали «блочным усеченным кодированием», сравнительный анализ которого с другими методами кодирования, в частности с основанным на косинусном преобразовании аддитивным методом Ченя-Смита [6] и с гибридной обработкой [7], подтвердил большую эффективность блочного усеченного кодирования. При этом на декодируемых изображениях были заметны искажения, аналогичные отмеченным выше. Для упрощения аппаратурной реализации блочного усеченного кодирования был предложен другой алгоритм двухградационного кодирования [8]

$$\hat{x}_{ij} = a_1 + \{+8\bar{\alpha}/p, -8\bar{\alpha}/(16-p)\}, \quad (3)$$

где

$$\bar{\alpha} = (1/16) \sum |x_{ij} - a_1|.$$

Этот алгоритм, получивший название «быстрого блочного усеченного кодирования», сохраняет  $a_1$  и первый абсолютный момент  $\bar{\alpha}$  последовательности отсчетов  $x_{ij}$ . При сравнении стратегий кодирования выражениями (2) и (3) выяснилось, что быстрый алгоритм дает меньшую среднеквадратичную ошибку кодирования. Однако и в этом случае на декодируемых изображениях заметны искажения того же характера, что при кодировании в соответствии с (2). Подставив выражение для  $\bar{\alpha}$  в (3) и сравнив (3) с (1), можно убедиться, что они совпадают. Следовательно, быстрое блочное усеченное кодирование представляет собой частный случай аддитивного группового кодирования при  $l_1 = -2$ . К этому следует добавить, что пока нам неизвестна такая стратегия квантования на два уровня фрагмента  $4 \times 4$ , при которой бы отсутствовали искажения на декодируемых изображениях.

Моделирование алгоритма АГ кодирования групп размером  $3 \times 3$  с помощью полноразрядных  $a_1$ ,  $a_2$  и  $S_1$  показало, что с расстояния меньшего 6Н при тщательном анализе также можно было увидеть искажения. И, наконец, при переходе к группе  $2 \times 2$  (построчная развертка) наблюдатели не отмечали различия между кодируемым и декодируемым изображениями для различных сюжетов (естественных и искусственных) при любом расстоянии рассматривания.

Моделированием исследовалась возможность дополнительного уменьшения психовизуальной избыточности в пределах группы  $2 \times 2$  путем грубого квантования переменных  $a_1$ ,  $a_2$  и  $S_1$ . Эксперименты подтвердили, что при использовании 7 бит из 8 для кодирования  $a_1$ , 3 из 8 для кодирования  $a_2$ , передаваемое и восстановленное изображения также оказываются субъективно эквивалентными. Разрядность кодов  $a_1$  и  $a_2$  уменьшалась простым отбрасыванием младших разрядов. Возможность столь грубого квантования  $a_2$  объясняется тем, что этот коэффициент отвечает за точность передачи высокочастотных составляющих изображения, к искажениям которых глаз малочувствителен [9]. При дальнейшем уменьшении разрядности  $a_1$  на равнояркостных участках декодируемых изображений становилась заметна блочная структура кодирования. Кодирование  $a_2$  с помощью двух разрядов вызывало искажения другого характера — наблюдатели отмечали ошибочное восстановление контуров.

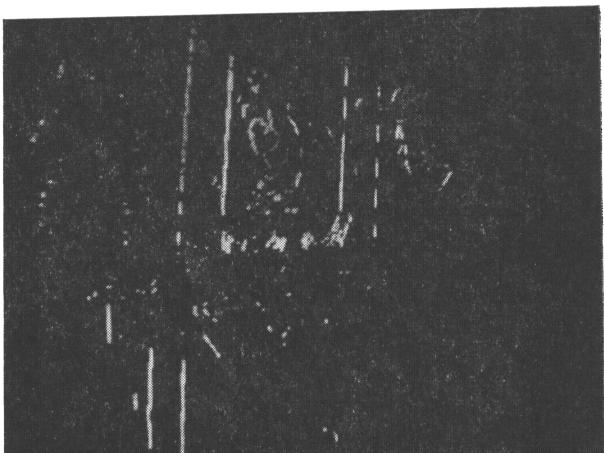
Полная совокупность матриц знаков  $S_1$  разностью  $2 \times 2$  представлена (4).

Элемент матрицы знаков равен единице, если соответствующий ей кодируемый элемент имеет яркость, не меньшую  $a_1$  и 0 в противном случае. Первая из матриц (4) является избыточной и не используется для передачи. Вторая и третья матрицы соответствуют горизонтальным, а четвертая и пятая — вертикальным кодируемым контурам.

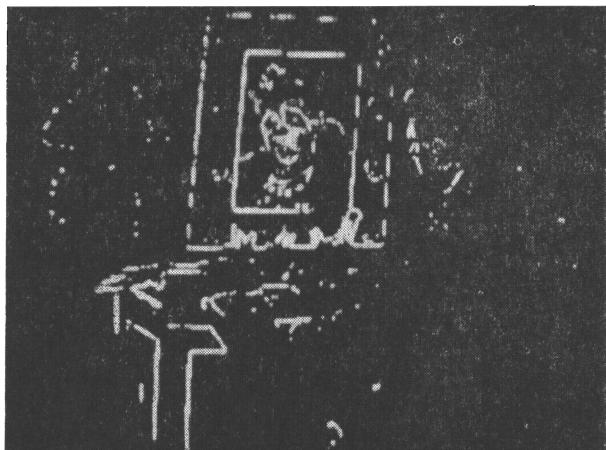
$$\begin{array}{l} \left[ \begin{matrix} 00 \\ 00 \end{matrix} \right]_1; \quad \left[ \begin{matrix} 11 \\ 00 \end{matrix} \right]_2; \quad \left[ \begin{matrix} 00 \\ 11 \end{matrix} \right]_3; \quad \left[ \begin{matrix} 10 \\ 10 \end{matrix} \right]_4; \\ \left[ \begin{matrix} 01 \\ 01 \end{matrix} \right]_5; \quad \left[ \begin{matrix} 01 \\ 11 \end{matrix} \right]_6; \quad \left[ \begin{matrix} 10 \\ 11 \end{matrix} \right]_7; \quad \left[ \begin{matrix} 11 \\ 01 \end{matrix} \right]_8; \\ \left[ \begin{matrix} 11 \\ 10 \end{matrix} \right]_9; \quad \left[ \begin{matrix} 10 \\ 00 \end{matrix} \right]_{10}; \quad \left[ \begin{matrix} 01 \\ 00 \end{matrix} \right]_{11}; \quad \left[ \begin{matrix} 00 \\ 01 \end{matrix} \right]_{12}; \\ \left[ \begin{matrix} 00 \\ 10 \end{matrix} \right]_{13}; \quad \left[ \begin{matrix} 01 \\ 10 \end{matrix} \right]_{14}; \quad \left[ \begin{matrix} 10 \\ 01 \end{matrix} \right]_{15}; \quad \left[ \begin{matrix} 11 \\ 11 \end{matrix} \right]_{16}. \end{array} \quad (4)$$

С шестой по тринадцатую матрицы знаков задают наклонные контуры. При 16-й матрице знаков декодируемый фрагмент не содержит контура и является равнояркостным.

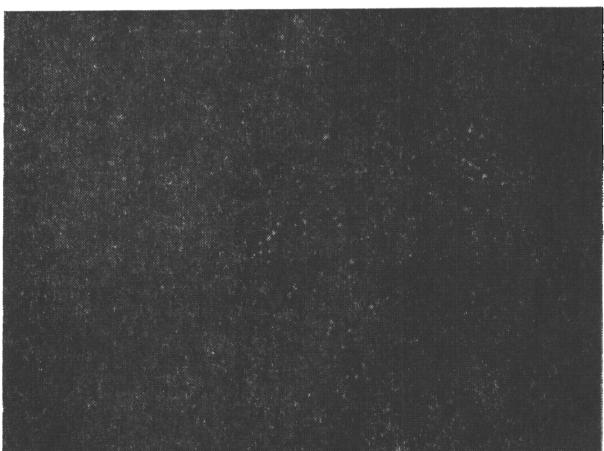
Статистические исследования матриц знаков при трехразрядном коде  $a_2$  показали, что вероятность



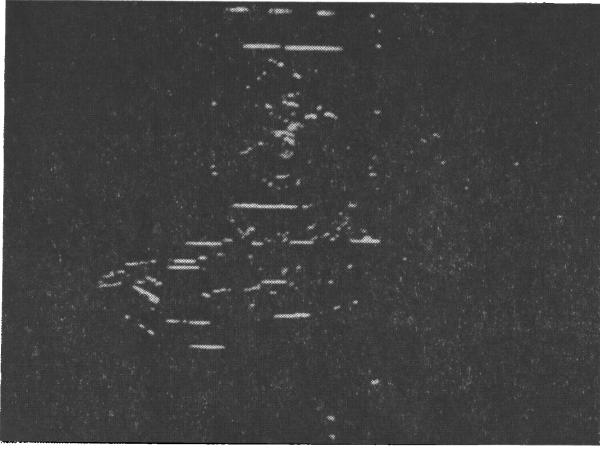
б



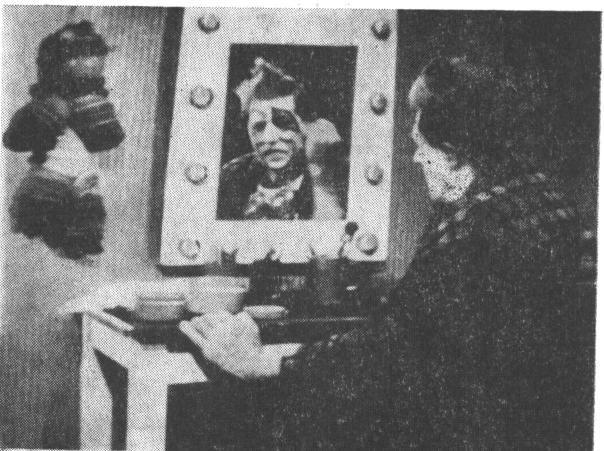
а



г



д



б

Рис. 1. Изображение-оригинал и полученные при аддитивном групповом кодировании с трехразрядным вторым коэффициентом двухградационные изображения (белые участки соответствуют контурам):

— все контуры; б — горизонтальные контуры; в — вертикальные контуры; г — наклонные контуры; д — оригинал

16-й матрицы, т. е. групп с  $a_2=0$  в среднем для сюжетов, обычно применяемых при субъективно статистических экспертизах [10], оказалось равной 0,94. Вероятности горизонтальных и вертикальных контуров примерно одинаковы и больше вероятности наклонных контуров, которая, в свою очередь, больше вероятности фрагментов, описываемых 14-й и 15-й матрицами. На рис. 1 приведены четыре двухградационных изображения и соответствующее им изображение-оригинал. Для изображения на рис. 1, а белые участки соответствуют группам с  $a_2 \neq 0$ , черные с  $a_2=0$ . На рис. 1, б, в, г белые участки представляют собой горизонтальные, вертикальные и наклонные контуры соответственно. Группы с 14 и 15 матрицами знаков (4) для данного изображения имеют нулевую вероятность.

Ранее отмечалось [11], что при  $a_2=0$  отсутствует необходимость в передаче как  $a_2$ , так и матрицы знаков, поскольку в этом случае все элементы декодируемой группы имеют яркость  $a_1$ . Таким образом, лишь для 94% групп требуется передавать совместно с кодом  $a_1$  коды  $a_2$  и  $S_1$ .

Неравный нулю код  $a_2$  свидетельствует о наличии детальности в кодируемой группе. Известно [12], что при детерминированных унитарных преобразованиях ТВ изображений эффективна стратегия квантования коэффициентов, адаптивная к детальности и средней яркости кодируемых фрагментов. Адаптация заключается в уменьшении точности квантования при увеличении средней яркости и детальности кодируемых фрагментов. Поскольку алгоритм адаптивного группового кодирования ТВ изображений согласован с особенностями зрительного восприятия, с большим основанием можно ожидать эффективность указан-

ных стратегий для сокращенного описания групп с  $a_2 \neq 0$ .

Экспериментально исследовалась возможность грубого квантования средней яркости  $a_1$  для групп с  $a_2 \neq 0$ . Установлено, что при числе уровней квантования  $a_1=8$ , наблюдатели не отмечали искажений на воспроизведимых изображениях.

Между переменными  $a_1$ ,  $a_2$  и  $S$  существует детерминированная зависимость, задаваемая для группы  $2 \times 2$  следующим образом:

$$a_{2\max} = f(a_1, p) = \begin{cases} (4-p)a_1, & 0 \leq a_1 \leq pA/4; \\ p(A-a_1), & pA/4 \leq a_1 \leq A. \end{cases}$$

Это выражение определяет верхнюю границу динамического диапазона изменения  $a_2$  для фиксированных  $a_1$  и  $p$ .

Существование зависимости значений  $a_2$  от  $a_1$  и  $p$  свидетельствует о наличии детерминированной избыточности передаваемых кодов. Для исключения указанной избыточности необходимо осуществить совместное кодирование переменных  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $S$ , позволяющее для  $n=4$  уменьшить разрядность кодового слова группы на одну двоичную единицу [11]. В качестве одного из возможных методов такого кодирования для уменьшения разрядности  $a_2$  на один разряд может быть предложена адаптивная стратегия квантования в пределах  $(0, a_{2\max})$  для фиксированных  $a_1$  и  $p$ . Данная стратегия требует экспериментальной проверки и возможна лишь в том случае, когда обеспечивает отсутствие потерь качества восстанавливаемых изображений.

Так как группа  $2 \times 2$  кодируется с помощью двух градаций, то для каждого  $a_1$  и  $p$  зрительному анализатору человека может быть представлен какой-либо один перепад (скачок) яркости из набора  $(0, \Delta y_{\max})$ , где  $\Delta y_{\max} = \{4a_1/p, 0 \leq a_1 \leq pA/4; (A-a_1)/4/(4-p), pA/4 \leq a_1 \leq A\}$ .

Зрительный анализатор фиксирует не все перепады из  $(0, \Delta y_{\max})$ , а только начиная с некоторого  $\Delta y_{\min} = \frac{4a_2 \min}{p(4-p)} \neq 0$ . Значение  $a_2 \min$  может быть оценено экспериментально для различных  $p$ . Поскольку на декодируемых изображениях искажения отсутствуют вплоть до трехразрядного кода  $a_2$ , для каждого  $p$  значение  $a_2 \min \geq 32$ .

Экспериментально установлено, что равномерное четырехуровневое квантование  $a_2$  в пределах  $(a_2 \min, a_2 \max)$ , где  $a_2 \ min = 32 + 0,1 \cdot a_1$  не вызывает искажений на декодируемых изображениях. Выбор для оценки  $a_2 \ min$  линейной функции  $a_2 \ min = f(a_1) = 32 + ka_1$  осуществлен исходя из простоты реализации данной функции. Значение  $k = 0,1$  получено экспериментально.

При обнулении кода  $a_2$  для групп с 14-й и 15-й матрицами знаков наблюдатели также не отмечали различий между кодируемым и декодируемым изображениями.

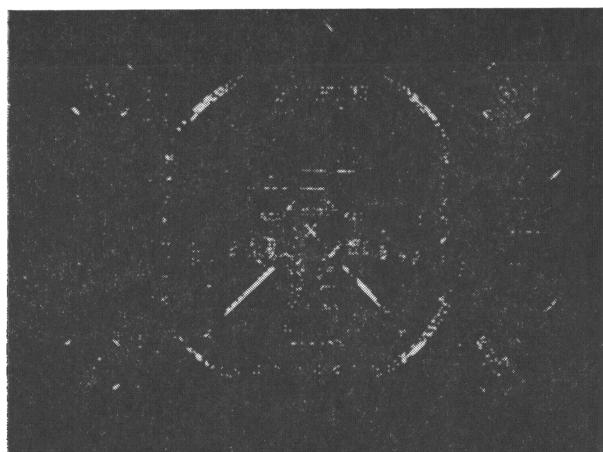


Рис. 2. Двухградационное изображение тест-таблицы (белые участки соответствуют наклонным контурам), полученные при адаптивном групповом кодировании с трехразрядным вторым коэффициентом

Экспериментально исследовалась возможность применения следующего алгоритма аппроксимации с матрицами знаков, соответствующими наклонным контурам. Если матрица знаков содержит одну единицу, то код  $a_2$  приравнивается нулю, а средняя яркость  $a_1$  заменяется  $y_2$ , т. е.

$$\hat{a}_1 = y_2 = a_1 - a_2/3. \quad (5)$$

В случае равенства единице трех элементов матрицы знаков, код  $a_2$  также приравнивается нулю, а средняя яркость  $a_1$  заменяется значением  $y_1$ , т. е.

$$\hat{a}_1 = y_1 = a_1 + a_2/3. \quad (6)$$

Нетрудно убедиться, что в результате такой аппроксимации при квантовании группы на два уровня  $y_1$  и  $y_2$  ошибочно квантуется только один элемент группы. В результате субъективных экспертиз установлено, что изложенное выше сокращенное описание матриц знаков не приводит к появлению искажений на восстанавливаемых естественных изображениях. Искажения были отмечены только на высококонтурном искусственном изображении тест-таблице. На рис. 2 приведено двухградационное изображение, на котором белые участки соответствуют наклонным контурам тест-таблицы, черные — всем остальным. Исследования показали, что среднее число групп с матрицами знаков 6—13 в двух кодируемых строках для тест-таблицы равно 3.

Полученные результаты легли в основу следующего алгоритма адаптивного группового кодирования ТВ изображений. На кодирование четырех восьмиразрядных элементов отводится 8 бит кодового слова. Один разряд данного слова, названный «битом детальности», равен нулю, если  $a_2=0$  и единице в противном случае. Если бит детальности кодируемой группы равен нулю, оставшиеся 7 бит кодового слова группы отводятся на кодирование  $a_1$ . В случае равенства единице бита детальности, семь двоичных единиц кодового слова распределяются следующим образом. Три разряда отводятся на равномерное квантование  $a_1$ , два разряда — на равномерное квантование  $a_2$  в пределах ( $a_{2\min}$ ,  $a_{2\max}$ ) и два разряда — для описания матриц знаков, соответствующих горизонтальным и вертикальным контурам. Часть строчного гасящего интервала отводится для передачи номеров первых трех групп с наклонным контуром и матриц знаков, им соответствующих. Моделирование этого алгоритма показало, что для всех изображений, включая тест-таблицу, он обеспечивает отсутствие потерь качества. Из описания приведенного алгоритма следует, что он относительно прост в реализации и требует малый объем памяти. Так как на адаптивное квантование  $a_2$  в пределах ( $a_{2\min}$ ,  $a_{2\max}$ ) отводится всего два разряда, то данное квантование может быть реализовано на постоянных программируемых запоминающих устройствах. Несколько усложняет реа-

лизацию необходимость запоминать и передавать во время строчного гасящего интервала наклонные контуры. Если аппроксимировать данные контуры в соответствии с (5—6), то кодер и декодер упрощаются, однако возникнет некоторое ухудшение качества при декодировании высококонтурных изображений.

Изложенные алгоритмы адаптивного группового кодирования исходят из стремления максимального сокращения психовизуальной избыточности в пределах одновременно кодируемой группы размером  $2\times 2$ . Известно, что кроме психовизуальной избыточности ТВ изображений сдерживает значительную статистическую избыточность. Подтверждение тому — равенство нулю бита детальности в среднем в 94 случаях из 100. В большинстве изображений существенная корреляция между элементами простирается вплоть до 20 элементов, хотя это число сильно зависит от числа деталей в изображении [13]. В связи с этим можно предложить следующий путь развития предложенных алгоритмов.

Изображение разбивается на блоки размером, например,  $4\times 4$ . В свою очередь каждый такой блок разбивается на четыре подблока размером  $2\times 2$ . В каждом из подблоков вышеизложенным алгоритмом уменьшается психовизуальная избыточность. Затем для получения большего коэффициента сжатия может быть исследована возможность уменьшения статистической избыточности, заключенной между подблоками каждого блока.

## Выводы

Блочное усеченное кодирование ТВ изображений с сохранением абсолютных моментов выборки представляет собой частный случай алгоритма адаптивного группового кодирования при аппроксимации кодируемым фрагментов двумя уровнями, впервые опубликованного в [14].

Экспериментально установлено, что для построчной развертки ТВ изображений адаптивное групповое кодирование фрагментов  $2\times 2$  двумя уровнями не приводит к ухудшению качества восстанавливаемых изображений.

Предложена адаптивная стратегия квантования коэффициентов, применение которой позволило уменьшить объем выходного цифрового потока в четыре раза без потерь качества изображений.

## Литература

1. Habibi A. An adaptive strategy for hybrid image coding. — IEEE Trans Commun, 1981, N 12, N 29, p. 1736—1740.
2. Götz M., Ocsylok G. An adaptive interframe trans-form coding system for images «ICASSP 82». — Proc.

- IEEE Int. Conf. Aconst., Speech and Signal Process, Paris, May 3—5, 1982, 1. — N. Y., 1982, p. 448—451.
3. Сардыко С. В. Разложение фрагментов изображений при групповом кодировании. — ТСС, сер. Техника телевидения, 1978, вып. 4, с. 27—31.
4. Цифровое кодирование телевизионных изображений / И. И. Цуккерман, Б. М. Кац, Д. С. Лебедев и др. / Под ред. И. И. Цуккермана. — М.: Радио и связь, 1981.
5. Delpr E. J., Mitchell R. O. Image compression using block truncation coding. — IEEE Trans. Commun., 1979, N 27, № 9, p. 1335—1346.
6. Chen W.-H., Smith C. H. Adaptive Coding of Monochrome and Color Images. — IEEE Trans. on Communications, 1977, COM-22, p. 1285—1292.
7. Kishimoto T., Mitsuga E., Hoshida K. A. Method of still Picture Coding by Using Statistic Properties (in Japanese). — National Conference of the Inst. of Electronics and communications Engineers of Japan, March, 1978, N 974.
8. Lemta M. D., Mitchell R. O. Absolute Moment Block Truncation Coding and Its Application to color Images. — IEEE Trans on Commun., 1984, COM-32, N 10.
9. Прэйт У. Цифровая обработка изображений. — Мир, 1982.
10. Сардыко С. В. Выбор параметров кодирования телевизионных изображений методом субъективно-статистических экспертиз. — ТСС, сер. Техника телевидения, 1980, вып. 6, с. 56—60.
11. Кулаков С. А., Сардыко С. В. Повышение помехоустойчивости адаптивного группового кодирования без увеличения цифрового потока. — ТСС, сер. Техника телевидения, 1980, вып. 6, с. 71—78.
12. Уинтц Р. А. Кодирование изображения посредством преобразований. — ТИИЭР, 1972, 60, № 7, с. 69—83.
13. Kretzschmar E. R. Statistic of TV signals. — Bell Syst. Techn J., 1952, 31, N 4.
14. Сардыко С. В., Цуккерман И. И. Групповое кодирование телевизионных изображений. — Техника кино и телевидения, 1977, № 9, с. 52.

□ □ □

УДК 621.397.335

## Формирование сложных импульсных последовательностей в программно-адаптируемом синхрогенераторе

В. А. ГОЛОВЛЕВ, Н. Е. УВАРОВ, Н. Г. ХИТРОВО, А. Н. ШЕМАНКОВ

Актуальная задача развития техники телевизионных синхрогенераторов — создание технологичных унифицированных приборов, способных адаптировать номенклатуру и характеристики генерируемых сигналов согласно требованиям каждой конкретной установки, в составе которой они могут быть применены. Перспектива массового использования однотипных адаптируемых синхрогенераторов в телевизионной аппаратуре различного назначения служит залогом рентабельности их разработки и серийного производства.

Способность синхрогенераторов к адаптации обычно реализуют дешифрацией состояния делителя частоты с помощью программируемых логических матриц [1, 2]. К сожалению, особенности их структуры не позволяют сразу получать такие сложные импульсные последовательности как полные сигналы синхронизации или гашения. Их, как правило, приходится синтезировать аппаратно из нескольких вспомогательных сигналов, что усложняет синхрогенератор и ограничивает его возможности адаптации.

У синхрогенераторов с постраничной записью информации в постоянные программируемые за-

поминающие устройства (ППЗУ) и программным переключением «страниц» записей в процессе синтеза сигналов подобные недостатки отсутствуют [3, 4, 6]. Формирование сложных импульсных последовательностей в синхрогенераторах этого класса пояснено на примере синтеза полных сигналов синхронизации (ПСС) и гашения (ПСГ) в разработанном авторами синхрогенераторе, выгодно отличающемся от известных отсутствием необходимости введения средств прерывания цикла пересчета и предоставлением возможности произвольной установки фазы кадровых сигналов по отношению к фазе строчной развертки [7].

В рассматриваемой структуре синхрогенератора (рис. 1) частота тактовых импульсов задающего генератора 1 делится счетчиком 2 до двойной строчной частоты, а затем счетчиками 5 и 8 до частоты кадров (25 Гц). Состояния счетчиков 2 и 8 определяют коды на адресных входах, соответствующих ППЗУ 3 и 9 (KP556PT5). Дополнительный триггер 6, вырабатывающий импульсы строчной частоты, задает кратность строчного перемежения, т. е. число полей в кадре. Формируемые синхрогенератором сигналы считаются с выходов ППЗУ

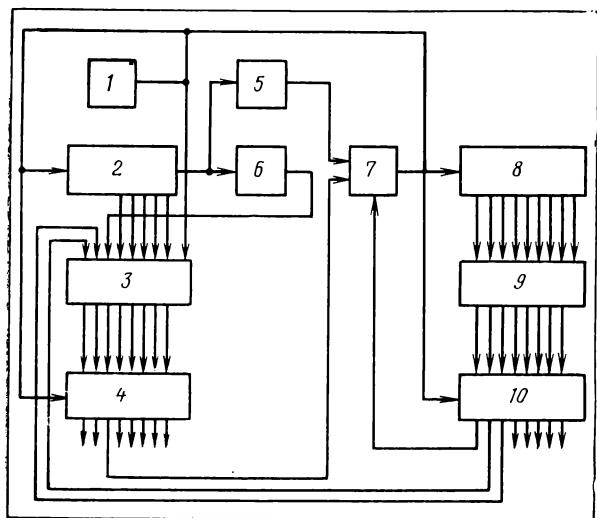


Рис. 1. Упрощенная структурная схема адаптируемого синхрогенератора

через D-регистры 4 и 10 (K555TM9), благодаря чему исключаются импульсные помехи и нежелательное влияние вносимой счетчиками задержки. Дальнейшее освоение производства ППЗУ со встроенными средствами тактирования исключит необходимость использования отдельных D-регистров.

Помимо выходных сигналов кадровой частоты, в ППЗУ 9 кадрового канала записаны еще три служебных сигнала. Два из них управляют переключением четырех «страниц» в ППЗУ 3 строчного канала, причем на первой «странице» записаны сигналы, действующие в активной части поля в течение 287,5 Н (периодов строчной частоты); на второй — сигналы передней и задней площадок кадровой синхро группы продолжительностью по 2,5 Н каждая; на третьей — сигналы задней площадки интервала кадрового гашения продолжительностью 17,5 Н; на четвертой — сигналы интервала кадрового синхроимпульса продолжительностью 2,5 Н. Своевременное переключение «страниц» позволяет получать требуемые сложные импульсные последовательности непосредственно на выходах ППЗУ 3 и вместе с тем не препятствует формированию простых сигналов строчной частоты, так как при необходимости по некоторым разрядам записи на всех «страницах» могут быть сделаны идентичными.

Третий из служебных сигналов, считываемых с выхода ППЗУ 9 кадрового сигнала, управляет мультиплексером 7, подключающим на вход «кадрового» счетчика 8 либо последовательность импульсов пониженной частоты (ИПЧ) с выхода счетчика 5, либо служебную последовательность программно-расставленных импульсов (СППР), записанную по одному из разрядов ППЗУ 3. Подача ИПЧ на вход счетчика 8 минимизирует не производительный «расход адресов» ППЗУ 9 в те-

чение тех участков кадрового периода, в которых состояния генерируемых сигналов кадровой частоты не должны изменяться. Вследствие 160-микросекундной цикличности кадровой синхро группы, коэффициент деления в счетчике 5, вырабатывающем ИПЧ, удобно выбирать равным 5. Перед избранным моментом формирования очередного кадрового сигнала ближайший из предшествующих ИПЧ приводит к считыванию из ППЗУ 9 слова с противоположным состоянием в разряде управления мультиплексером 7, в результате чего на счет начинает поступать СППР. В ней предусматривают наличие импульса, имеющего требуемое фазовое положение в пределах строчного цикла, и срабатывание счетчика 8 под действием этого импульса вызывает считывание из ППЗУ 9 очередного слова с измененным состоянием по разряду формирования рассматриваемого кадрового сигнала. Как правило, в том же слове предусмотрено еще и восстановление прежнего состояния в разряде управления мультиплексером 7, чтобы возвратом к пересчету ИПЧ исключить избыточный «расход адресов» в ППЗУ 9.

На некоторых интервалах, однако, следование СППР на счетчик 8 специально не предотвращают, чтобы дополнить суммарное число импульсов, пересчитываемых в течение кадрового периода, до целой степени числа 2. Вследствие идентичности записей по соответствующим адресам ППЗУ 9 состояния выходных сигналов при этом не меняются, но обеспечивается требуемая длительность кадрового периода без прерывания цикла счета в счетчике 8. Всего в пределах кадра счетчик 8 про-считывает 250 ИПЧ и 262 импульса из состава СППР, причем почти 50 % из них введены исключительно для обеспечения заданной длительности периода. Тот же принцип управления длительностью периода может быть реализован и в строчном канале мультиплексированием тактовых импульсов различной частоты на входе счетчика 2, однако подобное усложнение в разработанном авторами синхрогенераторе излишне. Данное решение обусловлено тем, что эффект от способности синхрогенератора к адаптации предполагается реализовать не изменением стандарта разложения, а вследствие исключения необходимости конструктивных доработок синхрогенераторов при изменениях состава формируемых сигналов, вызываемых освоением производства новых телевизионных установок или их модернизацией.

Предоставляемая возможность корректирования вида генерируемых сигналов оказалась весьма полезной не только для формирования специфических сигналов, используемых в отдельных приложениях, но и для устранения некоторых недостатков, присущих стандартизованным сигналам. К ним относится, в частности, различие суммарных длительностей интервалов гашения в четных и нечетных полях стандартизованного [5] полного

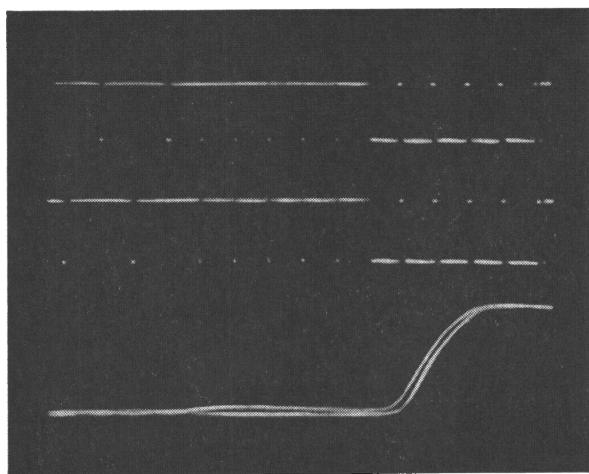


Рис. 2. Отклик тракта выделения синхроимпульса полей на стандартизованный ПСС

сигнала гашения (ПСГ), обусловливающее нежелательное мерцание периферийных строк раstra. Кроме того, наличие синхроимпульса номинальной длительности в полном синхросигнале (ПСС) на границе 622-й и 623-й строк [5] приводит к локальному изменению скважности синхросигнала в четных полях, причем в нечетных полях подобного приращения скважности нет. В амплитудных селекторах синхросигнала, применяемых во всех

массовых ТВ приемниках, такое приращение вызывает смещение уровня селекции к вершине уравнивающих импульсов и сопровождается уменьшением длительности уравнивающих импульсов на выходе селектора. При этом различие средних длительностей уравнивающих импульсов в четных и нечетных полях заметно снижает качество чересстрочного разложения. Иллюстрацией рассмотренного эффекта служат осцилограммы, приведенные на рис. 2. Сверху изображены формы стандартизованного ПСС в смежных полях, а внизу — реакция на этот сигнал тракта выделения импульсов синхронизации по полям, состоящего из амплитудного селектора и двухзвенной интегрирующей цепи. На нижней осцилограмме отчетливо видно уровневое смещение фронта выделенного импульса от поля к полю, нарушающее правильное фазирование кадровой развертки.

В рассматриваемом синхрогенераторе оба отмеченные недостатка легко устраняются тем, что в четных полях переключение с первой «страницы» записей ППЗУ 3 на вторую (означающее начало интервала кадрового гашения) производится в интервале  $[-1,5; +2,5]$  мкс относительно фронта строчного синхроимпульса на границе 622-й и 623-й строк, а в нечетных полях — в середине 310-й строки через 36,5 мкс после предшествовавшего строчного синхроимпульса (рис. 3). В результате в четных полях синхроимпульс, обу-

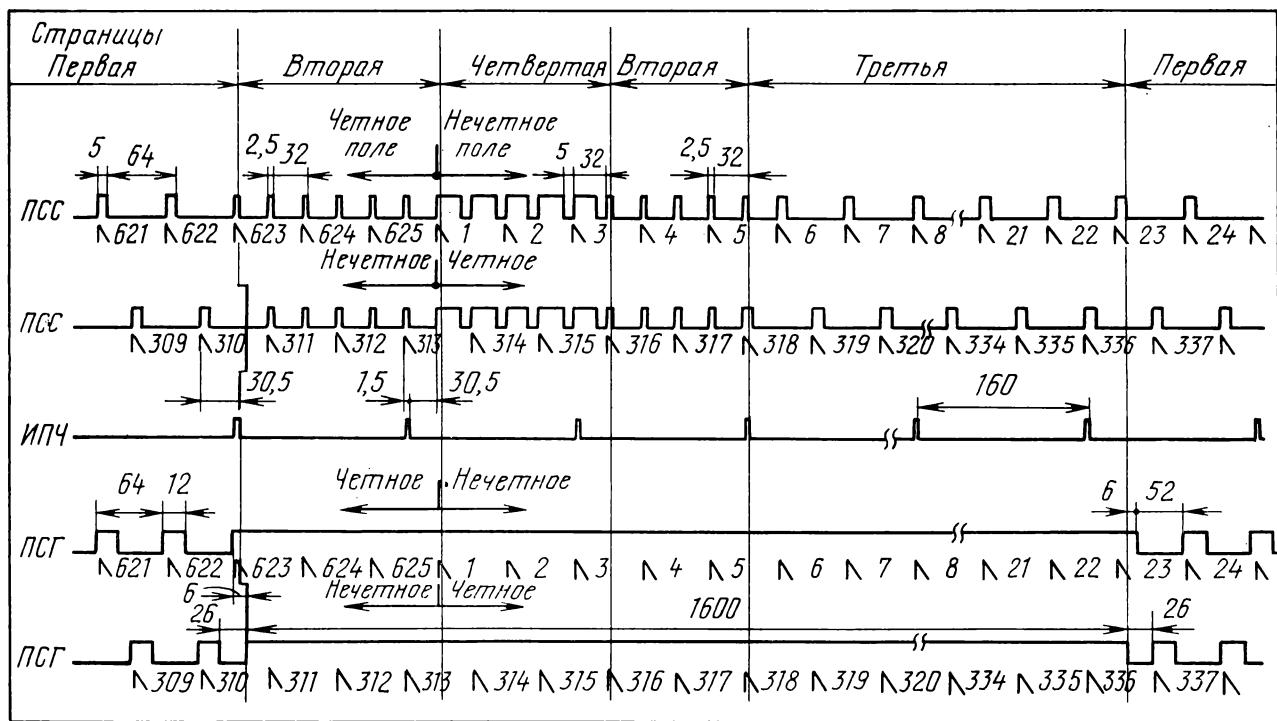


Рис. 3. Страницчная организация формирования ПСС и ПСГ в четных и нечетных полях

словливавший локальное изменение скважности, оказывается «обрезанным» по длительности до 2,5 мкс, а в нечетных — интервал гашения начинается точно с середины активной части строки. С той же целью переключение с третьей «страницы» записей в ППЗУ на первую, означающее конец интервала кадрового гашения, производится в четных полях точно в середине активной части 336-й строки; таким образом, суммарные длительности интервалов гашения в обоих полях удается приравнять, и мерцания периферийных строк расстра пропадают.

Для полного устранения нежелательных межполевых различий скважности синхросигнала нужно скорректировать его форму еще и на задней площадке интервала гашения, где за последним уравнивающим импульсом в четном и нечетном полях следуют интервалы различной длительности. Скважности выравниваются увеличением длительности последнего уравнивающего импульса в четном поле до величины номинальной длительности строчного синхроимпульса (см. рис. 3). Для этого достаточно переключение со второй «страницы» записей в ППЗУ 3 на третью «страницу» производить через 2,5 мкс после фронта синхроимпульса на границе 317-й и 318-й строк.

Сформированный ПСС с выровненной скважностью изображен на двух верхних осциллограммах на рис. 4. Нижняя осциллограмма на рис. 4 представляет реакцию на этот сигнал того же самого тракта выделения импульсов синхронизации по полям, который при подаче ПСС стандартизованной формы давал явные межполевые смещения фронта выделенных импульсов (см. рис. 2). Сопоставление нижних осциллограмм на рис. 2 и 4 по степени проявления межполевых смещений убеждает в значимости внесения рассмотренных выше исправлений скважности ПСС.

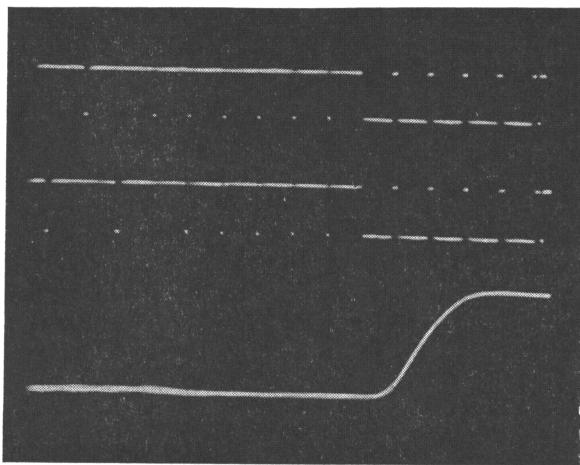


Рис. 4. Отклик тракта выделения синхроимпульса полей на модернизированный ПСС с укороченным последним синхроимпульсом четного поля

Чтобы минимизировать «расход адресов» в ППЗУ 9 на реализацию расстановки импульсов в рассматриваемом синхрогенераторе фазовое положение ИПЧ, вырабатываемых счетчиком 5, выбрано опережающим фронт кадрового синхроимпульса в полном синхросигнале на 30,5 мкс (см. рис. 3), причем спад ИПЧ, вызывающий срабатывание счетчика 8, опережает спад соответствующего уравнивающего импульса на 1 мкс. Благодаря этому опережению служебные импульсы коммутации «страниц», задерживаемые на 0,5 мкс актом тактирования в D-регистре 10, поступают на адресные входы ППЗУ 3 с опережением на 0,5 мкс относительно должного момента появления реакции на переключение «страниц», так что задержка еще на 0,5 мкс, вызываемая тактированием в D-регистре 4, обеспечивает синтез требуемой формы сигналов, в частности, в 5-й, 318-й и 623-й строках.

В других участках кадрового периода должна фаза коммутации «страниц» не совпадает с фазой ИПЧ. Поэтому там ИПЧ использованы только для переключения мультиплексера 7, в результате чего на счетчик 8 начинают поступать импульсы СППР. Если конкретный импульс СППР имеет назначение обеспечить коммутацию «страниц», то его спад, вызывающий срабатывание счетчика 8, записывается в ППЗУ 3 с опережением на 1,5 мкс относительно требуемого момента появления реакции на коммутацию страниц. Такое опережение объясняется трехкратным тактированием: сначала СППР в D-регистре 4, а затем служебных сигналов управления коммутацией в D-регистре 10 и, наконец, формируемой выходной последовательности снова в D-регистре 4. С опережением на 1,5 мкс записаны, в частности, импульсы СППР, вызывающие переключение «страниц» в 1-й, 3-й, 23-й, 310-й, 316-й и 336-й строках. Все остальные импульсы СППР, не используемые для коммутации «страниц», записываются в ППЗУ 3 с опережением 1 мкс, так как формирование определяемых ими кадровых сигналов сопровождается только двумя актами тактирования.

Число импульсов СППР в записях на разных «страницах» неодинаково и зависит от требований к номенклатуре генерируемых сигналов, но обычно не превосходит четырех на любом интервале длительностью 32 мкс. Пример конкретного вида записей по четырем разрядам каждого из ППЗУ приведен в таблице, причем в ППЗУ 3 первый (старший) разряд шестнадцатиричного кода записи отображает полный сигнал гашения (см. рис. 3); второй — полный сигнал синхронизации (см. рис. 3); третий — импульсы СППР, четвертый — строчные ведущие импульсы. В ППЗУ 9 первый (старший) разряд кода отображает служебные сигналы управления мультиплексером 7; второй — служебный сигнал коммутации «страниц», подаваемый на первый (старший) адресный

**Шестнадцатиричная форма записей в четырех разрядах каждого из ППЗУ, для формирования ПСС, ПСГ, ССП и КСП**

Старшие разряды адреса	Запись в ППЗУ, младший разряд адреса											
	строчного канала				кадрового канала							
	0123	4567	89AB	CDEF	0123	4567	89AB	CDEF	0123	4567	89AB	CDEF
00	CCCE	CCCC	CCCC	CCCC	6E35	555D	DDDD	D555				
01	CCCC	CCCC	CC64	4111	D911	1199	1111	1111				
02	1133	1115	5555	5444	1111	1111	1111	1111				
03	44CC	CCCC	CCCC	CCCC	1111	1111	1111	1111				
04	CCCE	CCCC	CCCC	CCCC	1111	1111	1111	1999				
05	CCCC	CCCC	CCEC	CCCC	9999	9999	1111	1111				
06	CCEE	CCCC	CCCC	CCCC	1111	1111	1999	9999				
07	CCCC	CCCC	CCCC	CCCC	9999	9999	9999	9199				
08	4444	4444	4444	4444	1999	9999	9999	9999				
09	4444	4444	4464	4111	9999	9199	9999	9999				
0A	1157	5555	5555	5444	9999	9999	9919	9999				
0B	4444	4444	4444	4444	9999	9111	1111	1111				
0C	4444	4444	4444	4444	1111	1111	1111	1111				
0D	4444	4444	4464	4000	1111	1199	9999	9999				
0E	0046	4444	4444	4444	9999	9999	9919	9999				
0F	4444	4444	4444	4444	9999	9991	119B	B3BB				
10	4444	4444	4444	4444	6E35	555D	DDDD	D555				
11	4444	4444	4464	4111	D911	1199	1111	1111				
12	1133	1115	5555	5444	1111	1111	1111	1111				
13	4444	4444	4444	4444	1111	1111	1111	1111				
14	4444	4444	4444	4444	1111	1111	1111	1999				
15	4444	4444	4464	4444	9999	9999	1111	1111				
16	4466	4444	4444	4444	1111	1111	1999	9999				
17	4444	4444	4444	4444	9999	9999	9999	9199				
18	0000	0000	0000	0000	1999	9999	9999	9999				
19	0004	4444	4464	4111	9999	9199	9999	9999				
1A	1111	1111	1111	1000	9999	9999	9919	9999				
1B	0000	0000	0000	0000	9999	9111	1111	1111				
1C	0000	0000	0000	0000	1111	1111	1111	1111				
1D	0004	4444	4464	4000	1111	1199	9999	9999				
1E	0000	0000	0000	0000	9999	9999	9119	9999				
1F	0000	0000	0000	0000	9999	9999	911B	B3BB				

вход ППЗУ 3; третий — служебный сигнал коммутиации страниц, подаваемый на второй адресный вход ППЗУ; четвертый разряд записи в ППЗУ 9 отображает ведущие импульсы полей.

Представленные записи достаточны для синтеза важнейших импульсных сигналов, которые требуются почти в каждой телевизионной установке.

Записи по остальным четырем разрядам ППЗУ 3 и 9 не приводятся, поскольку они служат для формирования специфических сигналов, не повторяющихся в большинстве случаев применения рассматриваемого синхрогенератора. Благодаря наличию в нем резервов адресов ППЗУ расстановка дополнительных импульсов СППР и служебных сигналов управления мультиплексором может быть скорректирована из условия формирования группы специфичных сигналов желаемого вида безнесения изменений в фазовые положения тех импульсов, которые определяют синтез рассмотренных сложных последовательностей.

## Выводы

Полностью программный синтез сложных импульсных последовательностей в синхрогенераторах обеспечивается с помощью управляющих обратных связей на адресные или информационные входы элементов памяти.

В настоящее время создание адаптируемых синхрогенераторов — технически разрешимая задача; это путь к наиболее полному удовлетворению потребности в средствах импульсного обеспечения ТВ систем.

## Литература

1. Timing signal generating circuit K. Mayama, N. Yamaguchi, M. Sugie, Y. Kita. — Патент США, кл. 307—269, № 4291241, 1981.
2. Долина Л. В., Цыганов В. А. Программируемый ТВ синхрогенератор. — Техника кино и телевидения, 1984, № 9, с. 29—31.
3. Smith T. R., Magloue F. J. Synchronizing circuit adaptable for various TV standards. — Патент США, кл. 358—150, № 4316219, 1982.
4. Smith T. R. Memory-type sync generator with reduced memory requirements. — Патент США, кл. 358—150, № 4412250, 1983.
5. ГОСТ 7845—79 «Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений». — М.: Изд. стандартов, 1980.
6. Григорьев Б. С., Кутузов В. Г., Шурин А. Ф. Программно-перестраиваемый генератор синхронизирующих и испытательных сигналов. — Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1985, вып. 6, с. 76—79.
7. Синхрогенератор/В. А. Головлев, Н. Е. Уваров, Н. Г. Хитрово, А. Н. Шеманков. Авт. свид. № 1252971. — БИ, 1986, № 31.

## Рекомендовано в производство

УДК 621.397.61.006

## Устройство индикации в системе отображения центральных аппаратных (АЦ-3, АЦ-8)

И. А. ДОЙЧ, П. В. КЕРЕКЕША (Кировоградский завод радиоизделий)

Система отображения коммутаций видеосигналов в центральной аппаратной (АЦ), позволяющая видеонженеру контролировать действия операторов аппаратных источников и потребителей, а также регулировать их взаимодействие, рассмотрена в литературе. Система действует на основе введения специального сигнала опознавания во все видеосигналы, поступающие на вход аппаратной. Визуальный контроль видеосигналов на рабочих местах видеонженера и диспетчера осуществляется при помощи цветных мониторов (ЦМ), установленных в стойках.

Существенно дополняет систему отображения устройство индикации (рисунок). С его помощью визуализируется информация об источнике, набранном на вход ЦМ. На электролюминесцентном индикаторе в буквенной форме отображается тип, а в цифровой — номер источника. Устройство индикации выполнено в виде базового блока с габаритными

размерами 483×440×89. Устанавливается блок под ЦМ. Питание устройства индикации осуществляется от сети переменного тока напряжением (220±11) В, частотой 50 Гц. Потребляемая мощность не более 30 Вт. В состав устройства индикации входит блок питания, блок индикации.

Из видеосигнала, поступающего на селектор, выделяется сигнал опознавания и последовательном двенадцатиразрядном коде и преобразуется в двенадцатиразрядный параллельный код.

Девять разрядов поступают на коммутатор группы кодов, который синхронно с разверткой по знакоместам последовательно коммутирует разряды: четыре разряда — единицы номера, два разряда — десятки номера, три разряда — тип источника.

Дальнейшее синтезирование знаков происходит с помощью постоянного запоминающего устройства, выполненного на микросхеме КР565РТ5.

Объем памяти распределен следующим образом:

- ◊ адреса от 0 до 9 включительно — цифры номера источника (десяткы и единицы, третье и четвертое знакоместо индикатора соответствен-но);

- ◊ адреса от 17 до 23 включительно — первые буквы аббревиатуры (первое знакоместо индикатора);

- ◊ адреса от 33 до 39 включительно — вторые буквы аббревиатуры (второе знакоместо индикатора);

- ◊ адреса 64 и 128 — дополнительные знаки (пятое знакоместо).

Тип источника отображается двумя буквами в соответствии с таблицей. Причем код знака занимает младшие разряды кода адреса ячейки памяти, в которой записан код символа.

Для сокращения объема аппаратных средств в устройстве индикации

Тип источника	Аббревиатура	Код знака
Внешний	ВН	001
Видеомагнитофон	ВМ	010
Телекинопост	ТК	011
Диапроектор	ДП	100
Аппаратно-программный блок	ПБ	101
Аппаратно-студийный блок	СБ	110
Служебный сигнал	СС	111

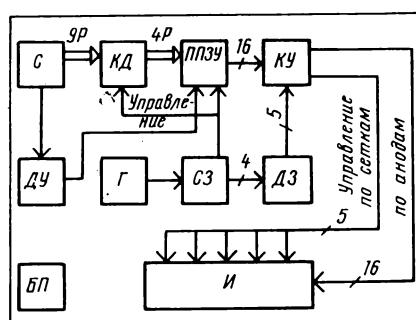
используется последовательное (по знакоместам) и параллельное (код символа) выведение информации на индикаторы (динамическая индикация).

Генератор тактовых импульсов работает на частоте 1—3 кГц. Его выходные импульсы поступают на счетчик с коэффициентом пересчета равным пяти (число индицируемых знаков). Дешифратор последовательно, через управляющие ключи, подает разрешающий импульс на управляющие сетки индикаторов. Таким образом, в каждый момент времени индицируется одно знакоместо. В соответствии с разрешающим импульсом и поступающей информацией с селектора этикетки из ППЗУ выводится код знака и через соответствующие анодные ключи поджигаются сегменты-аноды электролюминесцентного индикатора.

В качестве индикаторов используются вакуумные люминесцентные индикаторы ИВ-4.

### Литература

Резниченко В. И., Шаганов Н. Н., Гетьман В. Г. Центральные аппаратные АЦ-3 и АЦ-8. — Техника кино и телевидения, 1985, № 11, с. 46—48.



**Структурная схема устройства индикации:**

С — селектор «этикетки»; КД — коммутатор групп кодов; КУ — ключи управления; Г — генератор ТИ; СЗ — счетчик знакомест; ДЗ — дешифратор знакомест; БП — блок питания; И — индикаторы

УДК 791.44.071.52

В числе проверенных путей привлечения зрителей в кинотеатры находится и такой, как создание зрелищных фильмов, которые соединяют в себе яркую выразительность формы с захватывающим сюжетом, заставляющим зрителей сопереживать героям. Такое направление было во многом скомпрометировано коммерческими подделками зарубежного кино, попавшими на наш экран, да и некоторыми советскими фильмами, создатели которых некритически восприняли зарубежный опыт. Однако это вовсе не означает, что создание зрелищных фильмов под-

разумевает облегченное, далекое от реальности содержание таких лент. В этом жанре могут быть поставлены фильмы, рассказывающие о действительно происходивших событиях, о героизме советских людей — рабочих или солдат, офицеров или командиров производства, которые вовсе не являются суперменами на зарубежный образец, но в нужную минуту способны, рискуя жизнью, справиться со страшной опасностью. Одной из попыток такого рода является широкоформатный фильм «Прорыв» (киностудия «Ленфильм», сценарий А. Шульгиной,

режиссер Д. Светозаров, 1986), в котором чисто изобразительная зрелищность и острый сюжет подкреплены высококачественной стереофoniей по системе «Суперфон-70», что заметно усилило эмоциональное воздействие фильма.

Считая, что опыт постановки «Прорыва» представляет определенный интерес для читателей нашего журнала, редакция публикует беседу с оператором-постановщиком этого фильма С. В. Астаховым и статью звукооператора Л. С. Шумчера.

## С. Астахов: «Мы работаем для зрителя...»

*По своему жанру ваш фильм приближается к так называемым фильмам-катастрофам. Сознательно ли ваша творческая группа следовала стилистике таких фильмов?*

В советском кино нет большого опыта постановки фильмов в этом жанре, выпущено всего 2—3 фильма. За рубежом таких фильмов сняли довольно много и можно сказать, что существуют уже определенные драматургические и изобразительные методы их создания. Мы не пытались уйти от этих методов и сознательно шли на этот жанр, позволяющий снять зрелищный, эмоционально захватывающий фильм, который может привлечь в кинозалы зрителей. У нас иногда стыдятся говорить о стремлении сделать зрительский фильм. Я не вижу в этом ничего стыдного. В конце концов, мы для того и работаем, чтобы в кинотеатры шли зрители. Признаться, я очень рад, что фильмы, которые я снимал с режиссерами С. Микаэляном («Влюблен по собственному желанию») и Д. Светозаровым («Скорость») оказались в числе рекордсменов проката. Очень надеюсь, что и «Прорыв» от них не отстанет.

Но у «Прорыва» есть и важное отличие от большинства фильмов-катастроф — его содержание основано на реальных событиях, произошедших в 1974 г. при строительстве Ленинградского метро, и в меньшей степени на событиях, которые тогда, к счастью, не произошли, но могли произойти. То есть было конкретное место, конкретное время, нас консультировали люди, на глазах которых все это случилось и которые сами участвовали в ликвидации аварии, угрожавшей городу, в эвакуации

людей из опасной зоны и т. д. Это, пожалуй, первая попытка дать фильм такого жанра на документальной, реальной основе. И все это определяло те соображения, которые были положены в основу решения фильма. Коротко можно сказать так: это должен был быть фильм без бутафории, без всякого неправдоподобия в показываемых событиях и поведении людей, в изображении и звуке.

*Не могло ли это снизить столь притягательную для зрителя зрелищность фильма?*

Тут важно было чувство меры, чтобы сохранив зрелищность, эмоциональность, уйти от их избыточности, при котором уже теряется ощущение достоверности. Всего один пример: в принципе мы могли, исходя из вполне реальной возможности, дать в затапливаемом забое еще и взрыв газа при коротком замыкании на электрощитке. Но, наверное, это и был бы избыток. Поэтому мы дали «взрывы» только в воображении одного из героев, увидевшего искры и испугавшегося возможного взрыва. Это специально подчеркнуто соляризацией изображения, распечатанными фазами. Тем самым мы привлекли внимание зрителя к еще одной опасности, угрожавшей героям, усилили напряжение, но сохранили при этом ощущение реальности происходящего.

Чтобы добиться такого ощущения, мы решились на съемки в настоящем забое. В фильме фактически только одна построенная на натуре декорация — участок уже готового и почти полностью затопленного туннеля, в котором идут поиски старика бригадира. Но и эта декорация была построена из настоящих метростроевских материалов, то есть

и по размерам и по фактуре полностью отвечала реальности. Все остальные подземные кадры сняты на строившейся линии метро.

Нам выделили тупик в 100 м, в котором под руководством художника М. Суздалова и при активном участии всей группы и консультантов был построен лоб забоя, а за ним размещены приспособления для спецэффектов, начиная от тоненьких струек, промывающих породу, и кончая самым сложным — разломом породы и прорывом плытуна. Для этого за перемычкой, образующей со стороны съемки лоб забоя, был установлен лоток, а над ним вагонетки с большим объемом воды, которые опрокидывались одновременно. Различных приспособлений было придумано очень много, например, для отрыва болтов под давлением воды или для получения искры при ударе ключом по рельсу, но сложность была даже не в том, чтобы их придумать, а в том, что совершенно не было опыта таких съемок и не было возможности все эти эффекты заранее проверить. Это усугублялось еще и 70-мм форматом, требующим предельной точности всех фактур, не допускающим никаких подделок.

Скажу прямо, что решение снимать в натурном интерьере очень усложнило нашу работу во всех отношениях. Только для того, чтобы добраться с поверхности до места съемки уходило от четырех до пяти часов. Времени на съемку оставалось мало, а практически каждая съемка, каждый кадр требовали большого времени и на подготовку. И физически работать было очень тяжело. Конечно, мы бы с этим никогда не справились, если бы не помочь метростроевцев и личное мужество всей группы, начиная от режиссера и актеров и кончая бутафором. Мне особенно приятно сказать о превосходной, самоотверженной работе моих помощников и я хочу обязательно назвать всех их — второго оператора А. Устинова, ассистентов А. Корнеева, В. Ревича, бригаду светотехников во главе с М. Броварником и группу комбиниро-

ванных съемок — оператора Д. Желубовского, художника Л. Холмова и ассистента А. Малышева. Пользуюсь случаем, чтобы еще раз всех их поблагодарить.

*Какая съемочная и осветительная техника использовалась при съемках в метро?*

Самая элементарная. Съемочная камера КСШ-Р. 90 % общего метража снято с рук. Очень выручали нас опытные образцы оптики с повышенной эффективной светосилой 1 : 2,6/40 мм, 1 : 2/50 мм и 1 : 1,5/75 и 100 мм; в сочетании с пленкой NC-З чувствительностью 70 ед. ГОСТ это обеспечило нам съемку в сложных световых условиях. Осветительные приборы были тоже самые обычные. При съемках в метро для подсветки от камеры использовались приборы «Свет-1000» и 2000 в руках осветителей и иногда «Заря-500», если нужно было имитировать свет от шахтерской лампочки. Единственной, пожалуй, особенностью здесь было то, что из-за сырости нельзя было применять на приборах напряжение 220 В. Питание шло через преобразователь ПП-1, на приборы подавался постоянный ток 110 В. Общая мощность в подземном «интерьере» составляла до 50 кВт. В игровые каски с шахтерскими лампами были вмонтированы лампы 12 В, 100 Вт, которые давали даже экспозиционный свет. В тех случаях, когда актер с зажженной лампой шел прямо на камеру, приходилось одновременно придвигать к нему прибор, светивший от камеры, чтобы скомпенсировать рассеянный свет и сохранить проработку лица. Кроме того использовался свет от реальных источников в кадре, в частности от фар электровоза, для усиления света которых обычные фары были заменены на лампы-фары от прибора «Фара-9». При съемках в натурной декорации («затопленный туннель») электропитание шло от лихтвагена, а для получения эффекта горящих затопленных ламп были установлены герметичные лампы-фары.

*Очевидно, у вас был какой-то общий замысел, увязывавший световое решение подземных и наземных сцен?*

Безусловно, такой замысел был. В основе его лежало не только световое решение эмоционально напряженных сцен под землей, но и учет того, что фильм построен на параллельном монтаже «верх—низ». Нужно было с одной стороны, как-то противопоставить «верх» и «низ» по свету, учитывая при этом, что он меняется и наверху — в зависимости от времени суток, и внизу — в зависимости от ситуации. С другой стороны, частые переходы от верха к низу и наоборот заставляли искать какую-то меру условности для света внизу, чтобы зритель успевал адаптироваться к новым световым условиям. По направлению свет в метро везде выдерживался точно, но по соотношениям яркостей лица и фона, по общей освещенности все это обретало некоторую долю условности.



Оператор С. Астахов и режиссер Д. Светозаров на съемках фильма «Прорыв»

*Вероятно, у вас был и замысел, касающийся показа города?*

Надо признаться, что нестандартно снять Ленинград после того, как столько прекрасных операторов его снимало — затея нахальная. К тому же мы не могли избежать показа общезвестных, туристских уголков города: смотреть фильм будут не только ленинградцы, а нужно, чтобы город сразу узнавался. Нам пришлось на это пойти, так как была задача показать город внешне устойчивый, город, созданный сильной волей человека вопреки природе, за что природа ему мстит — наводнениями, «гнилой» погодой, плавунами. На сколько нам это удалось — судить зрителям.

*И в создании образа города, и в создании необходимого напряжения существенную роль играли комбинированные съемки. Что вы можете сказать о них?*

С Д. Желубовским мы работаем уже на третьем фильме и у нас установился контакт, без которого ничего путного сделать нельзя. Контакт строится на четком доведении до комбинаторов замысла фильма, на ответных предложениях и совместном выполнении: Я считаю, что некоторые виды комбинированных кадров, особенно связанных, если можно так сказать, с самим духом фильма, его настроением, ритмом, оператор должен делать сам. В «Прорыве» я сам, например, печатал на трюк-машине кадры пролога, которые собирались из разных материалов, накладывались друг на друга напльвами и многократными экспозициями. Тут очень важен ритм. Я ближе к режиссеру, лучше чувствую общий ритм фильма, поэтому мне легче было попасть в нужный ритм сразу, без лишних проб и пересъемок.

Что же касается остальных комбинированных съемок, то исходя из общей установки на реальность, мы старались свести их до минимума. Это тоже усложняло нашу задачу, особенно под землей, но мы шли на это, хотя и понимали, что терпим какой-то убыток в эмоциональном воздействии. Но мы уверены, что убыток компенсируется большей достоверностью, большей верой зрителей в подлинность происходящего. Ломающиеся, как спичечные коробки, небоскребы в американских фильмах «Землетрясение» и «Ад в поднебесье» выглядят очень эффектно, но большого доверия зрителей они не вызывают. Практически у нас в фильме только один серьезный макетный кадр — проваливающаяся под землю морозильная камера. К тому же, как и некоторые другие, бьющие на эффект кадры (провал под землю троллейбуса, например), он дан в черно-белом и ухудшенном по качеству изображении (съемка на 35-мм и контратипное впечатывание в 70-мм кадр). Это имитирует кинохронику. Нам кажется, что свой эффект — в смысле доверия к показываемому — такой прием включения «хроники» безусловно дал.



*Кадр из фильма «Прорыв», снятый в декорации затопленного тоннеля*

*Вы сказали, что отказ от комбинированных съемок, стремление все, включая катастрофические события, снять реально очень затруднили вашу работу. Как это сказалось на производственно-экономических показателях?*

О сложностях съемок я уже говорил. Добавлю только, что часть съемок в натурной декорации пришлось вести уже зимой, когда бетонные стены промерзали, температура воды была 4 °C, мы по 3—4 часа работали в этой воде в гидрокостюмах, а актер А. Суснин должен был сниматься босиком... Конечно, это было трудно. Конечно, тяжелые съемки под землей заняли у нас в результате 6 месяцев — гораздо больше, чем по плану. И срок сдачи пришлось пролонгировать. Но мы уверены, что достоверность, которой удалось добиться, полностью перекрыла эти потери времени. И мы должны быть благодарны руководству студии — оно «закрывало» глаза на наше отставание, понимая наши трудности.

Казалось бы, невыполнения плана можно было бы легко избежать, учтя особенности фильма при составлении сметы и календарного плана. Однако все упирается в негибкость планирования. В соответствии с инструкциями и нормативами нам вписали в план до 60 полезных метров в смену. А мы в некоторые смены в метро, когда съемка требовала большой подготовки, а времени на съемку было мало, снимали всего по 1—2 полезных метра. Для таких фильмов нужно иметь другие нормы. И обязательно нужно иметь и в смете, и в лимите пленки, и в календарном плане резерв на пересъемки, неизбежные при освоении новых сложных приспособлений, спецэффектов и способов съемки. Трудно поверить, что мы уложились в сметную стоимость, но это произошло только благодаря помощи «Метростроя».

Самое же ужасное во всем этом вот что: из-за такого догматического, негибкого планирования лишаются премии все, кто работал рядом с нами и

работал иногда прямо героически. Счастье, что на «Ленфильме» еще есть люди, способные ради успеха фильма идти на материальные жертвы. Но думаю, что в современных условиях нельзя рассчитывать только на энтузиазм.

*«Прорыв» — второй фильм, который вы сняли на 70-мм формате. Почему был выбран именно этот формат и считаете ли вы его перспективным?*

Решение снимать «Прорыв» на широкий формат было связано со звуком. Для такого фильма качество и объемность звучания имеют огромное значение. Получить его можно было только по системе «Суперфон», отсюда и 70-мм формат. Я уверен, что он, безусловно, имеет право на жизнь и должен использоваться шире, чем до сих пор, именно потому, что позволяет сочетать в полную силу высокое качество и изображения и звука, позволяет поднять зрелищность, эмоциональное воздействие фильма на более высокий уровень. Из этого следует, что технику широкого формата нужно совершенствовать.

Но если в отношении звука что-то делается, то в отношении съемочной аппаратуры и оптики не делается ничего. Я говорил, что нас очень выручили опытные образцы объективов с повышенной светосилой, но ведь четыре года назад этими же самыми опытными образцами я снимал «Скорость». И за эти годы ничего не прибавилось и ничего не изменилось. А нам нужны объективы и с другими фокусными расстояниями, и более высокого качества, и с переменным фокусным расстоянием. Если же взять всю остальную аппаратуру, то окажется, что мы работаем с камерами, трюк-машинами и проявлочными машинами, созданными четверть века назад, когда формат только осваивался. Впечатление такое, будто кто-то ждет, что он отомрет сам собой. А он не отомрет, с появлением «Суперфона» он получил новый жизненный импульс. Поэтому необходимо в самые кратчайшие сроки создать всю линейку современной аппаратуры и обеспечить стабильную обработку 70-мм пленки.

Для «Прорыва» 70-мм формат был очень выгоден и композиционно. В кадрах в метро можно было снимать так, что при достаточно крупном плане героя края кадра оставались темными, почти черными. На большом экране это создает эффект стереоскопичности, усиливает ощущение



Рабочий момент. Оператор и камера укрыты полиэтиленовой пленкой

глубины туннеля, хотя он почти не виден, и в сочетании со стереозвуком все это действует очень эмоционально, как бы передавая зрителям чувства героев.

И наконец, самое главное — высокое качество изображения, прекрасная резкость, хотя снимать приходилось очень часто при полностью открытой диафрагме. У нас возникала сначала мысль о применении 35-мм универсального формата с последующей печатью на 70-мм (это дало бы нам некоторые преимущества по оптике и т. п.), но мы сразу ее отбросили и не столько из-за известных недостатков этого формата, сколько из-за неизбежной потери качества. Несмотря на все сложности съемок и некоторую нестабильность обработки мы благодаря 70-мм формату и тщательному экспонометрическому контролю сдали негатив на копир-фабрику без единого замечания. Из более 800 пленок только один печатается по предельному свету и один — на пределе цветового разбаланса. Все кадры абсолютно резкие. Это позволит без потерь перевести фильм во все другие форматы.

70-мм негатив имеет «запас прочности», который дает возможность донести все нюансы нашей работы до самого широкого зрителя, а без этого наша работа просто не имеет смысла.

Вел беседу Я. Л. Бутовский

УДК 791.44.071.53+778.534.46

## Система «Суперфон» в фильме «Прорыв»

Л. С. ШУМЯЧЕР

Звуковое решение фильма «Прорыв» теоретически было ясно с самого начала работы. Как и в каждом фильме, звук должен был поддерживать изображение, соединиться с ним, где-то обобщить или расширить происходящее, где-то конкретизировать и уточнить, сделать более выпуклым. И нам предстояло искать способы решения этих задач применительно к жанру фильма-катастрофы. Общая окраска будущего звучания тоже была ясна. Но сколько бы ни было у звукооператора таланта и профессиональной изощренности, все равно его мертвой хваткой держат рамки динамического и частотного диапазонов кинозвука, бесконечно далекие от тех же параметров реальной жизни. Звукооператоры, думаю, хорошо понимают меня. Мы в этом смысле, как любил говорить мой учитель Э. Ванунц, «бравые солдаты Швейки»; как и он, мы можем позволить себе стрелять... только тихо. Швейк потому, что командир отдыхал, а мы... читателям журнала, думаю, известно — почему.

И вот когда эти безрадостные размышления посетили нас именно в связи с предстоящей работой (напоминаю: фильм-катастрофа), всесильный случай в облике сотрудника НПО «Экран» Г. А. Гельперна, знавшего о начинающейся работе, вмешался в нашу жизнь. В маленькой комнате киногруппы состоялось наше знакомство (режиссера Д. Светозарова и мое) с заведующим лабораторией электроакустики НИКФИ Б. Г. Белкиным, уже знакомым к моменту разговора со сценарием нашей кинокартини. Он рассказал нам о преимуществах системы «Суперфон-70». Большой динамический диапазон, сверхнизкие частоты, шумопонижение, высококачественная аппаратура кинотеатрального воспроизведения с выравниванием характеристик каналов и иное, более эффектное распределение каналов по залу обещали принципиально новое качество фонограммы как в отношении технического совершенства (в кино пришел  $\text{H}_1\text{-F}_1$ -звук), так и с позиций чисто художественных — достоверность звучащего материала, объемность, зрительское соучастие, эмоциональное воздействие на зрителя. Мы, в принципе, знали о многолетней эксплуатации за рубежом системы «Долби-стерео». Все это плюс убежденность Бориса Григорьевича были очень привлекательными факторами. А через несколько месяцев письмом главного редактора Госкино ССР А. Н. Медведева участие кинокартини «Прорыв», как и филь-

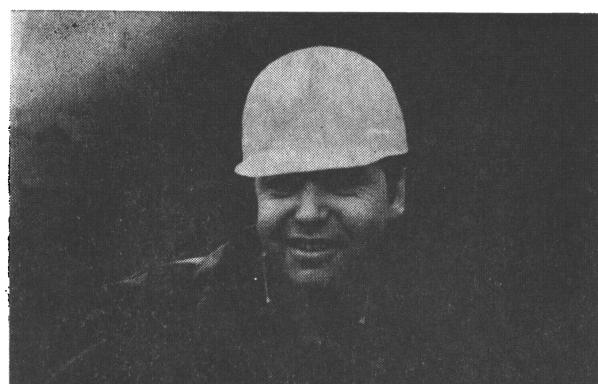
ма «Битва за Москву», в производственном эксперименте по «Суперфону-70» стало повседневной реальностью нашей работы.

Звуковой ряд фильма «Битва за Москву» создавался по системе «Суперфон-70» не в монтажно-тонировочный период, а в большинстве случаев уже на стадии перезаписи. Мы же в порядке расширения эксперимента начинали со съемочного периода. Интересно было заложить в исходные пленки к перезаписи возможно большее количество шумовых фактур, обладающих СНЧ частью звукового диапазона.

Звукотехническая база киностудии «Ленфильм» значительно слабее по оснащенности и аппаратуре, чем на «Мосфильме». Поэтому техническим службам нашей студии, возглавляемым В. Белоусовым, предстояло провести серьезную подготовку к предстоящей работе. В качестве технико-технологического обеспечения эксперимента нами было продумано и осуществлено следующее. Во-первых, сектор Г. Гельперна провел работу по расширению частотного диапазона магнитофона «Ритм-320» в сторону низких частот. Проверка частотных характеристик двухканального микрофона КМС-43 убедила нас в его низкочастотных возможностях; мы уже несколько лет после небольшой переделки, осуществленной акустиком звукоцеха Н. Гомеником, используем КМС-43 не как микрофон со сканирующей характеристикой, а как  $X/Y$  стереофонический. Таким образом, очень важный вопрос первичной записи стереофонических шумовых с СНЧ фонограмм был решен.

Далее следовало решить вопрос получения этих фонограмм на 35-мм ленте к монтажу. Технология работ такого рода для обычного стереофонического фильма у нас на студии благодаря усилиям начальника участка первичной записи звука Г. Пронина, звукооператоров Г. Коробового и моим для картины «Скорость» была отработана на аппаратурной базе комплекса записи музыки. Дооснащение стационарных студийных магнитофонов блоками усилителей воспроизведения, расширенными в область СНЧ, и контрольными громкоговорителями расширенной частотной полосы позволили оперативно справиться и с этой задачей.

Как известно, важное достоинство «Суперфона-70» относительно стереофонии «5+1», кроме существенно расширенных динамического и частотного



Звукооператор Л. Шумячев перед спуском на съемку в забое строящегося метро

диапазонов и «мертвой паузы» (очень важной в художественном отношении компоненты системы), в ином расположении каналов: «3+2+1», в котором «+2» (в отличие от «+1», т. е. залывные) каналы и их громкоговорители качественно такие же, как заэкранные. Следовательно, вопрос распределения или разведения тех или иных фактур по каналам не просто вопрос коммутации каналов, а вопрос достижения художественной выразительности звучания подаваемого материала. И небольшая часть этого вопроса, хотя и необходимая — это точность локализации звучащих объектов.

Поясню сказанное на примере проезда колонны автомашин. Он был записан на двухканальный (т. е. стерео) магнитофон, т. к. только этот магнитофон из имеющейся аппаратуры первичной записи обладал СНЧ возможностями. Однако разводить этот проезд на шесть или даже пять каналов при переводе с 6,25 на 35 мм было бы неверно, т. к. звучание пяти каналов никогда не совпало бы потом с экранным движением колонны. Следовательно, этот проезд в пленках к монтажу следует иметь моно и обязательно с расширенным в сторону СНЧ диапазоном. А затем на перезаписи эту фактуру скоммутировать на панорамный регулятор и канал СНЧ (шестой канал). Это касается всех иллюстративных шумов. Под иллюстративными шумами понимаются те, которые звукооператор вынужден подставлять к имеющимся на экране объектам, так как их отсутствие было бы не драматургическим или настроенным фактором в рамках заданной стилистики фильма, а только привело бы к зрительскому недоумению. Таким образом, несмотря на первичную стереозапись иллюстративные шумы следует при переводе на 35-мм пленку к монтажу «монофонизировать».

Понятие «фоновые шумы» специального определения не требует. Они, как правило, обладают большой протяженностью — на эпизод; повторяемость —

на несколько эпизодов и в пределе своей длины и повторяемости имеют транзитный или фоновый ролик. Именно эти шумы и создают фон как настроенный, так и акустический для данного эпизода, поэтому именно их и нужно в стереофонической картине в обязательном порядке выполнить стереофонически с использованием шестого канала СНЧ; в суперфонических фонограммах по мере необходимости. Вполне понятно, что именно эти многоканальные фоновые фактуры, способные стать голосом и образом плывуна, были предметом самой большой озабоченности звукооператора картины.

Мы с режиссером полагали, что это должен быть низкий, массивный, мощный, обязательно угрожающий и не монотонный звук. Голос плывуна должен был быть художественно убедительным — это требование было главным, тем более, что разговор с тремя очевидцами реального прорыва плывуна на «Метрострое» дал совершенно неожиданный результат, точнее даже три результата. Один сказал, что плывун страшно низко гудел во время прорыва. Другой утверждал, что плывун очень высоко то ли шипел, то ли свистел. А третий твердо и уверенно сообщил, что была полная тишина. На том же, что было очень страшно, сходились все. Вполне естественно, что в варианте суперфонической картины не годились для работы готовые материалы, так как в них не было ни должной мощности, ни СНЧ. Поскольку инсценировать плывун было невозможно, стало ясно, что нужно искать что-то похожее в природе. Это могли бы быть лавины или вулканы.

Лавины и сели были отвергнуты по организационным соображениям. А для записи вулканов пришлось организовать экспедицию на Камчатку, единственный в нашей стране район устойчивой вулканической деятельности. Совместными усилиями с Институтом вулканологии АН СССР и дирекцией Краноцкого заповедника мы сумели получить достаточные и необходимые фонограммы. Правда, к сожалению, записать непосредственно извержение вулкана не представилось возможным, но фонограммы, сделанные на геотермальных полях Камчатки, позволили решить задачу звучания плывуна.

Музыка, играющая в картине весьма значительную роль, была сочинена и исполнена известной группой «Машина времени» во главе с А. Макаревичем. Это второй опыт совместной работы после фильма «Скорость», и что самое главное, второй опыт «Машины времени» по созданию авторской киномузыки к немузыкальному фильму. И хотя кое-кому картина может показаться несколько «замузыченной», мы сами считаем сотрудничество успешным.

Музыку записывали на «Мосфильме». К сожалению, музыкальная фонограмма была записа-

на несколько без учета суперфонического и моно-вариантов картины, что вызвало определенные трудности при соответствующих перезаписях. Так, например, при суперфонической перезаписи почти во всех музыкальных кусках пришлось заново формировать канал СНЧ с помощью гармонайзера из какого-либо другого канала или суммы каналов.

Моновариант картины был перезаписан в Ленинграде, а суперфоническая перезапись делалась, естественно, на «Мосфильме», звукооператор перезаписи В. Кузнецов. (Предвидя некоторое недоумение читателя по поводу количества упоминаемых фамилий, хочу пояснить, что делаю это для выражения признательности людям, со-причастным к проделанной работе.)

Поскольку перезапись наиболее сложная и интересная часть работы над звуком фильма, то анализировать ее, а тем более суперфоническую запись нужно серьезно и подробно, что выходит за рамки ознакомительной статьи. Хочу только заверить читателей, особенно своих коллег, что суперфоническая перезапись и «Суперфон» дело очень интересное и не только для фильмов остро-сюжетных. Пока еще, безусловно, недосконалое, но значительно более богатое по звуковым и звукооператорским возможностям, чем привычная нам моноработа с конечным результатом на оптической дорожке. Уверен, что будущее звука в кино за «Суперфоном», так как необходимость повышения качества звука ясна всем, а на этом пути достойной альтернативы нет.



УДК 791.43—92

## Документальное кино: взгляд из настоящего в будущее

Разговор о проблемах документального кино не раз возник на страницах нашего журнала. В связи с начавшейся в стране экономической и производственной перестройкой, которая не могла не коснуться кинематографа, изменения происходят и на киностудиях страны. На V съезде кинематографистов СССР обсуждались положение документального кино в общей системе кинематографа, взаимоотношение его с телевидением, проблемы проката документальных фильмов. Особенно остро встал вопрос о руководстве документальным кинематографом.

Каково положение дел сегодня на самой крупной в СССР киностудии документальных фильмов (ЦСДФ), соответствует ли техническое оснащение съемочных групп тем пропагандистским и творческим задачам, которые ставит перед документалистами жизнь, как будет вестись реорганизация производства в свете решений XXVII съезда КПСС и V съезда кинематографистов СССР — с этими и другими вопросами наш корреспондент Е. Ермакова обратилась к режиссеру-документалисту,

директору ЦСДФ Олегу Владимировичу Уралову.

О. В. Уралов автор более 70 фильмов, в том числе около 30 снятых за десять лет работы на ЦСДФ.

Режиссер идет по горячим следам истории, стремится раскрыть внутреннее течение политической и идеологической жизни планеты, его волнуют социальные коллизии в современном обществе и психологические парадоксы человеческой души. Вот некоторые из его работ: «Фрески Пушеле», «Сионизм перед лицом истории», «Лицензия на насилие» (совместно с В. П. Дунаевым), «Ю. В. Андропов. Страницы жизни» (этот фильм получил первый приз на всесоюзном кинофестивале в Алма-Ате), «Женева. Начало диалога» и многие другие.

А началось все с... Нет! ВГИК был только в 1969 году. Олегу Владимировичу исполнилось тогда 26 лет, за плечами работа на заводе, потом четыре курса Московского авиационного института, работа в лаборатории архитектурной акустики в НИКФИ. В 1974 г. — защита диплома: полнометражный фильм «Кон-

курс» — работа для телевидения США о конкурсе им. П. И. Чайковского.

В кинематографе О. В. Уралов приходит с вполне сложившимися взглядами и убеждением, что профессия режиссера-документалиста — это призвание.

«Больше всего люблю снимать музыкальные фильмы. Но жизнь мне это редко позволяет. Сегодня от нас требуется острые кинопублицистика. Последние годы я работаю в области политического кино» — так определил свою творческую позицию Олег Владимирович.

На становление режиссерского почерка, выбор тем, подход к решению кинематографических задач повлияла работа в АПН, где он снимал фильмы о жизни нашей страны для зарубежных зрителей. В 1976 году О. В. Уралов начал работать режиссером на ЦСДФ, а в 1986 году он становится директором киностудии, продолжая снимать фильмы. На состоявшемся пленуме после V съезда кинематографистов СССР О. В. Уралов избран секретарем правления Союза кинематографистов СССР.

*Олег Владимирович, как вы оцениваете положение, которое сейчас сложилось в документальном кино?*

У истоков нашего документального кино мы Дзиги Вертона — кинохроника переломного момента в истории страны, когда особенно необходима была фактическая основа событий, правда жизни. Затем годы войны, и вновь документальная точность — главное. Еще одна вершина документалистики — 60-е годы. Однако примерно в 70-е годы стал нарастать поток парадных, отчетных документальных фильмов. И зрительский интерес к кинодокументалистике начинает пропадать. Сейчас положение изменилось. Однако документальное кино по-прежнему продолжает восприниматься многими лишь как младший брат игрового кинематографа. И это ни для кого не секрет. Об этом говорилось и на V съезде кинематографистов СССР, и в прессе. Я думаю, что такое положение определилось общим застоем в нашем кинематографе, который в большей мере отразился на документальном кино. Ведь документалисты должны не просто идти за событиями, хотя сегодня даже об этом приходится только мечтать, они должны предполагать возможные события. Только тогда в наш век повышенной информативности документальное кино будет иметь своего постоянного зрителя. Из общего положения нужно выделить технический аспект, прямо влияющий на творческий.

Ни один вид искусства так не зависит от техники, как кино, а техника у нас в основном производства 50-х годов. Мы уже 30 лет работаем с камерами «Конвас» с 35-мм пленкой. Они крепкие, надежные, но...не только неудобные в обращении, но и диктуют свою стилистику фильма. Конечно важно, какой мастер смотрит в видир камеры, но если она шумит, если невозможно писать звук синхронно, а герой фильма все время отвлекается на камеру, то теряются непринужденность, интимность, доверительность, а следовательно нарушается основной прием документального кино — наблюдение. Но сегодняшнему зрителю совсем не нужна «назывная» информация. Эту функцию, и надо сказать, гораздо более оперативно, выполняет телевидение. Это его прерогатива. Сейчас в документальном кино на первый план выходит «оперативность анализа». Мы ищем исторические корни события, разбираем аналоги, делаем выводы, даем подробный анализ политического положения с марксистско-ленинской позиции. Стоит ли гоняться за «оперативностью информации» в документальном кино и дублировать телевидение?

Надо учиться по-новому снимать — этого требует жизнь — и по-новому кинематографически мыслить. Многим старым и опытным документалистам очень трудно перестроиться на новый лад. И не всегда это объясняется внутренней косностью. Как можно снимать по-новому старой техникой, которая упорно возвращает нас назад? О каком



О. В. Уралов в видеоцехе студии

скрытом наблюдении, «подсматривании», если хотите, может идти речь, если главный герой на съемочной площадке не человек, а камера?

*Но ведь эстетика съемок «скрытой камерой» относится к 50—60-м годам ...*

Искусственно скрытой! Палатки, чемоданы, портфели... Камеру никуда не надо прятать, она просто должна не мешать, а помогать оператору, режиссеру, герою. Когда впервые я пришел на ЦСДФ после работы в АПН, творчески я почувствовал себя отброшенным на много лет назад. В 1974 году свою дипломную работу о конкурсе им. П. И. Чайковского я снимал на такой технике, которой на ЦСДФ нет и сейчас. У нас были 16-мм камеры «Эклер» и «Арифлекс» с отличными объективами «Анженье», высокочувствительная пленка «Кодак». Звук писали синхронно. У каждой камеры был свой передатчик, который посыпал сигнал на «Нагру». Полнометражный фильм для американского продюсера (7 частей) мы смонтировали за 10 дней благодаря очень высокому качеству техники. А на ЦСДФ в то время считали, что 16-мм формат — не искусство, а вот 35-мм...! Я думаю, сегодня комментарии излишни. Жизнь давно доказала моим оппонентам, что с 35-мм технологией в документальном кино мы зашли в тупик. Между тем за рубежом — это хорошо известно — уже снимают игровые фильмы на 16-мм кинопленку, а хронику — 8-мм видеокамерами ...

Мы ставим сейчас задачу, создать на базе нашей киностудии систему гибкой технологии 16-видео-35. Мы полагаем, что снимать документальные кинофильмы надо на формат кадра «Супер 16», производить монтаж на видео, а в конце этой технологической линейки получать либо 35-мм фильм, либо видеокассету.

*Значит, вы видите выход из положения в освоении видеокино?*

Да. Видеокино просто создано для документальных фильмов. Сейчас западные видеотеки забиты в основном игровыми фильмами, но самые дальни-

видные бизнесмены считают, что будущее видео не в копировании кинофильмов, а в создании оригинальных видеопрограмм. И если документалисты в ближайшее время освоят эту технологию и будут ее развивать, то решат многие свои проблемы. Например, здесь возможно положительное решение проката документальных фильмов. Большие кинотеатры ориентируются на коммерческий прокат, и от этого факта никуда не денешься. Так давайте не будем заниматься самообманом и идти против природы вещей. Видео — это еще не использованный в нашей стране резерв реализации творческого потенциала режиссеров-документалистов. И использование сейчас видеотехнологии как подсобной в системе киноискусства, по нашему мнению, в корне неверно. Начнем с того, что перевод старых кинофильмов на видеокассеты, пусть даже классики нашего кинематографа, не даст положительных результатов. Не будет зритель приобретать кассету с фильмом, который он видел в кинотеатре или по телевидению. С другой стороны, видеоклубы на том уровне, на котором они создаются сейчас, например на старом Арбате, не могут удовлетворить зрителя, так как дублируют кинотеатры, причем на более низком качественном уровне.

В видео нуждаемся не только мы, кинематографисты, оно необходимо нашему обществу. Может получиться так, что те средства, которые в нашей стране выделены на его развитие, будут растрячены впустую. Мы полагаем, что для производства оригинальных видеофильмов нужна единая мощная база, оснащенная современной техникой, а главное — обладающая творческим потенциалом. И для ее создания идеально подходит ЦСДФ. Если подходить по-хозяйски, такую базу надо организовывать уже сегодня. В работу должны включиться и наши инженеры, и экономисты, и редакторы, и творческие работники. Я думаю, что сплав кино с новой видеотехнологией даст необычайные результаты. Это не только мое мнение, а мнение многих моих коллег, опытных кинематографистов, которым видео открыло новые творческие горизонты.

Больше того, мы уже думаем об организации видеопроизводства. Представьте себе творческое объединение видеофильмов, в которое творческих работников будут приглашать исключительно на договорных условиях, а в штате останутся лишь администрация, инженерно-технические работники и экономисты. Такая организация производства вполне согласуется с перестройкой, которую мы сейчас пытаемся провести на студии. В существующих условиях, когда смешаны производственные и творческие процессы, все отвечают за все. Но такого рода коллективная ответственность, как правило, порождает коллективную безответственность. В ближайшее время вместо производственно-творческих у нас появятся творческие объединения, в которых будут работать редакции

и съемочные группы. Их главная задача — обеспечить высокое идеино-художественное качество фильма, от выполнения которой и будет зависеть материальное поощрение. Это, конечно, не значит, что съемочная группа не отвечает за сроки производства фильма, ведь она будет связана договором с администрацией студии. Сразу выявляется ответственность у людей. И гораздо большая ответственность лежит на производственно-технический отдел.

Изменится и премиальная система. Сейчас у нас, как и в игровом кинематографе, работники среднего звена материально не заинтересованы в сокращении постановочных сроков производства фильма. Новая система будет направлена на интенсификацию производства, на сокращение сроков сдачи фильмов, на повышение качества.

Надеюсь, что в ближайшем будущем наша студия перейдет на договорную систему. К такому предложению некоторые кинематографисты относятся критически, но я уверен, что эта система не оставит режиссеров и операторов без работы, она поможет выявить истинные таланты и реализовать их. В выигрыше окажется наше советское документальное кино. Решать, с кем заключать договоры, должен выборный художественный совет, который будет формировать творческое лицо студии. А когда появится видеотехнология, потребуются новые кадры, специалисты. Мы уже сейчас приглашаем на нашу студию коллег из игрового кинематографа и с других студий. Приходите со своими идеями, планами, работы на всех хватит. Документальное кино — дело быстрое и требующее четкого ритма. Нам нужны мастера и профессионалы. Думаю, что в ближайшее время нам будет не хватать работников. Но студия не может себе позволить выпуск художественного брака, который в нашем деле становится браком идеологическим.

Есть и еще один большой вопрос для творческих работников — зарплата в простой период. У документалистов — простои, а масса нужных и интересных тем остается без внимания. Почему? Да потому, что производственный план студии не соответствует штатному расписанию. А если мы будем заключать договор с творческим работником на определенный срок, то в этот период администрация должна гарантировать работу и соответственную 100 %-ную зарплату во время действия договора. Простой станет экономически невыгодным для студии.

Нас волнует также проблема возраста. На студии документальных фильмов средний возраст операторов более 50 лет. Для документалиста, которого «ноги кормят» в буквальном смысле, это немыслимо. Конечно, везде есть исключения. И некоторые старые профессионалы — незаменимые работники. Но нельзя превращать исключение в правило, иначе мы никогда не избавимся от творческого паралича, в котором пребываем. Подготов-

ка к договорной системе уже идет — около года мы не берем в штат новых режиссеров.

Студия — это живой организм. В нем необходима пульсация живой крови. Когда начинается застой, организм разлагается. Если в нашем эксперименте обнаружатся изъяны, мы будем искать новые формы работы, потому что стоять на месте нельзя.

Сегодня и в Госкино СССР и на студиях поняли, что киностудиям надо предоставлять большую самостоятельность в творческой и производственной деятельности и соответственно возлагать на них большую ответственность. Госкино СССР уже разработаны и утверждены распоряжения, расширяющие права киностудий. Это отвечает решениям XXVII съезда КПСС и V съезда кинематографистов СССР.

*А что конкретно делается на студии для организации видеоцентра?*

У нас уже есть две современные видеокамеры «Бетакам» и одно монтажное устройство. Этого мало. Но видео — это не только новая техника, это новая эстетика, новая психология. На ЦСДФ нашлось много энтузиастов, желающих обучиться видеосъемкам. Специально были организованы курсы усовершенствования. Их окончили 29 киноператоров. Теперь очередь за видеорежиссерами.

Наш первый видеофильм — о визите Ф. Миттерана в Москву. Кстати, в связи с этим фильмом хочу сказать — часть материалов мы взяли на телевидении. Разница между теле- и видеосъемками огромная. Наши операторы снимают интересно, стараясь заглянуть внутрь события, а не скользить по поверхности. Эстетику же телевидения, как нам кажется, во многом диктует программа «Время» — короткие, хорошие по резкости планы, монтаж, своеобразный метод зарисовки. Сжатость временная обуславливает сжатость информативную. Отношения телевидения и кино примерно такие же, как журналистики и литературы. В документальном кино оператор привык к более тесному контакту с режиссером, который задает стратегию. Но оператор, который смотрит в визир современной камеры, сам становится режиссером. Вся тактика съемки и внутрикадровый монтаж — его прерогатива. Режиссер может подсказать, но изменить или что-то исправить очень трудно, потому что событие проходит. Так или иначе лучшие операторы у нас привыкли мыслить режиссерски. Но это одна сторона вопроса.

Другая состоит в том, что кинокамера в некоторых случаях все-таки имеет преимущества перед видео. Это зависит и от освещенности и от объектива, а иногда и от психологии оператора, что никак нельзя сбрасывать со счета. Поэтому мы и хотим создать технологическую линейку — сочетание видео с 16-мм кино.

Думаю, что если руководство Госкино СССР согласится на создание базового видеоцентра на

нашей студии и обеспечит нас техникой, то дефицита идей для создания оригинальных видеопрограмм у нас не будет. Уже сейчас много интересных разработок тем, предложений и сценариев для видеофильмов. Причем эти разработки учитывают новую эстетику видео. Наблюдения изнутри, «личное общение» с героем, кинорассказ, который хочется посмотреть не один раз, — все это должно присутствовать в новом виде киноискусства. Например, эстрадный концерт. Всегда ли он захватывает ваше внимание на телезэкране? Но ведь эстрадное выступление можно снять как увлекательную историю о тяжелом и прекрасном «ремесле» артистов, показать закулисную жизнь, «кухню» эстрады. Зритель окажется в самом центре событий, он почувствует свою причастность, для него откроется неизвестный доселе мир. Видео дает возможность рождения киножизни, прямого разговора режиссера со зрителем. Такие фильмы можно снимать и о государственных деятелях и о деятелях искусства.

Для меня очень важно, что предложения на видеопрограммы рассчитаны на разные социальные слои населения и уровни подготовки зрителя. Мы противники той «массовой» культуры, за которой часто скрыта упрощенная эстетика, как и чрезмерной эстетизации. Зрительская аудитория — сложный, неоднородный механизм, который требует глубокого изучения. Наши режиссеры-документалисты делают первые попытки создать видеофильмы, которые нашли бы своего зрителя. Причем и к нам требования изменились. Сейчас зрителю интересно не просто событие, а оригинальность его представления. Только тогда фильм будет нужен нашему народу с точки зрения идеологии, морали, политики.

ЦСДФ располагает большими возможностями для создания интересного и разнообразного репертуара, его источник — богатейший отечественный кинофонд. В видео возможен стык игрового и документального жанров для создания развлекательных программ. При этом главное для нас — творческий подход к материалу, который хранится в киноархивах. Разве не увлекательна была бы рубрика «XX век — сенсации и парадоксы» или «История авиации» (начиная от братьев Райт до орбитальных космических станций). История автомобиля, Олимпийских игр, футбола ... Да мало ли тем?

*По телевидению недавно демонстрировали сериал об истории космонавтики, а А. Е. Габрилович снял прекрасный документальный фильм «Футбол нашего детства». Значит, можно обойтись и без видео?*

Фильм Габриловича — удача. Картина сделана в лучших традициях документального кино, по его законам, в его эстетической системе. Видео — не кино и не телевидение. Это нечто третье. Оно дает возможность заглянуть вглубь материала и создать некий киномир для каждого зрителя отдельно.

И еще, именно видео поможет отойти от «лозунговости», имеющейся у некоторых наших фильмов. Мы говорим о приходе к информации через интерес. Надо учиться создавать зрелище.

*Как вы считаете, в будущем кино, телевидение и видео будут существовать параллельно или что-то будет превалировать?*

Это три разных вида искусства и они безусловно будут существовать, по крайней мере, какое-то время. В телевидении основа — программность, в кино — зрелищность, видео... Впрочем будущее видео сейчас трудно предсказать, так как у него в нашей стране еще недостаточно опыта. Добавлю, что к этим видам зрелищ в будущем могут присоединиться и другие, например голограммические, большие электронные экраны на площадях, в парках для организации массовых зрелищ и т. п. Предпосылки к этому есть.

*А какие взаимоотношения у ЦСДФ с телевидением?*

Сложные. Практики обмена техникой нет, хотя иногда нам бывают очень нужны телекамеры. Метод многокамерной съемки необходим, когда динамичное событие происходит в одном пространственном объеме, например митинг, концертное выступление, торжественная встреча государственных деятелей и т. д. Но телевидение в таком взаимном обмене не заинтересовано, так как во много раз лучше обеспечено техникой.

В частности, фрагменты многих наших фильмов используются как материалы для телепрограмм без согласия авторов, вносимые в них изменения не согласовываются, авторский замысел искается.

*Звук — один из важнейших элементов документального фильма. Но сегодня, как это ни парадоксально, именно документальное кино относится к звукоряду чуть ли не с пренебрежением. Случайная*

*музыка, случайные шумы... Как вы относитесь к этому вопросу?*

Да, звук — большая проблема документального кинематографа. Операторы не слышат, а звукооператоры не видят. А ведь они должны друг друга дополнять. Во многом виновата техника. Тенденция — если «синхрон», то обязательно «говорящая голова», — происходит оттого, что наши камеры очень шумят. Существует синхронная камера «Арифлекс БЛ», которую мы специально используем для съемок интервью, но в документальном кино синхронно надо писать все. Мы с оператором И. Фрезом обучили звукооператора В. Иванова, с которым теперь работаем, нашей манере съемки. Звукооператор обязан включить магнитофон прежде, чем оператор включит камеру. И если даже на съемочной площадке ничего не происходит, но камера включена, звукооператор должен начать запись. А вдруг... Ведь наивно думать, что магнитофон записывает только слова. Он записывает и атмосферу, паузы, напряжение... Вячеслав Иванов во время съемки пишет все. И иногда бывают удивительные находки: то возникнет неожиданный фон, то изменится интонация собеседника. Все это придает материалу убедительность, и зритель верит.

На видеокамерах установлен микрофон. Операторы теперь учатся слышать. Но это совершенно не значит, что при видеосъемках звукооператор не нужен. Ведь наряду с синхроном может возникнуть контрапункт и т. п. Все зависит от первонаучальной задачи. При видео функции звукооператора станут еще более творческими.

Так что новая техника и технология откроют документалистам еще неизведанные области документального кино, а усовершенствованная система производства поможет реализации творческих замыслов и устранению препятствий на пути фильма к зрителю.



## Новые книги

**Проблемы повышения качества звукопередачи в кинематографе:** Сб. научн. трудов.— Л.: ЛИКИ, 1985.— 81 с.— Библиогр. в конце статей.— 70 коп. 300 экз.

В статьях сборника обсуждены вопросы повышения качества звукопередачи в киносети, представлены результаты исследований отдельных элементов тракта звукопередачи.

**Калабеков Б. А., Прудников И. Н. Программирование микропроцессорных систем и контроллеров, применяемых в телевидении:** Учебн.-пособие.— М.: Всесоюз. ин-т повышения квалификации работников телевидения и радиовещания, 1985.— 176 с.— Библиогр. 13 назв.— 30 коп. 425 экз.

Даны арифметические основы циф-

ровой техники и принципы построения процессорных устройств, а также сведения о полупроводниковых запоминающих устройствах. Рассмотрены вопросы проектирования микропроцессоров с использованием микропроцессорного комплекта К-580.

УДК 621.397.132:006(100)

## О выборе единого мирового стандарта ТВЧ

В. А. ХЛЕБОРОДОВ (ВНИИ телевидения и радиовещания)

В Огчете 801-1 (Изм. Закл.) МККР «Современное состояние телевидения высокой четкости» имеется «Предложение по новой Рекомендации по ТВЧ», содержащее следующий пример набора значений базовых параметров одного из рассматриваемых стандартов ТВЧ, предназначенных для студийного телепроизводства и международного обмена программами ТВЧ

Число строк в кадре . . .	1125
Число активных строк	1035
Полевая частота, Гц . . .	60,00
Коэффициент чересстроч- ности . . . . .	2:1
Формат кадра . . . . .	16:9
Число отсчетов в актив- ной части строки . . . .	1920
	(сигнал яр- кости)
	960
	(цветораз- ностный сигнал)

Это предложение, основанное на многолетних исследованиях японской вещательной компании Эн-эйч-кей, наиболее полно отвечает интересам стран (Канада, США, Япония), пользующихся ТВ стандартами с полевой частотой 60 Гц (фактически 59,94 Гц). Позиция этих стран становится еще более понятной, если учесть, что в рамках специальной рабочей группы СМПТЕ серьезно обсуждается вопрос о переводе кинопроизводства на частоту кадров смен 30 Гц [1].

Неотъемлемой частью «Предложения» является следующее примечание: «Ряд администраций, пользующихся стандартом 625/50, резервирует мнение относительно вышеуказанных значений параметров и в настоящее время не может принять их в качестве основы единого мирового стандарта ТВЧ для студий и международного обмена программами. Они считают, что может потребоваться пересмотр некоторых значений ...»

На XVI Пленарной Ассамблее МККР в мае 1986 г. (Дубровник, Югославия) было принято решение

продолжить изучение проблем ТВЧ и намечена цель завершить все исследования до Заключительного собрания в 1989 г.

Сторонники предлагаемой для международной стандартизации системы 1125/60 считают ее основным достоинством наличие промышленной или экспериментальной аппаратуры ТВЧ. Уже созданы телекамеры (студийные и внеstudийные), телекинодатчики (бегущего луча и лазерный), телеэпидатчик, аппаратура видеоживописи, видеомикшер, аппаратура видеoeffектов, видеомагнитофоны (аналоговые и цифровые), дисковый лазерный видеопроигрыватель, аппаратура лазерной видеокинозаписи (для производства 35-мм фильмов), видеомониторы (с диагональю экрана до 1 м), видеопроекторы (с отражательным и просветным экраном), измерительная аппаратура.

Однако принципиально важно подчеркнуть, что вся эта аппаратура была первоначально спроектирована для использования в странах 60-Гц регионов и фактически не удовлетворяет ряду требований рассматриваемого в МККР потенциального мирового стандарта 1125/60. Прежде всего это касается разрешающей способности системы. В одном из вкладов по студийному стандарту ТВЧ предлагается в случае цифровой реализации системы использовать для сигнала яркости частоту дискретизации 74,25 МГц, которая в 5,5 раза превышает частоту дискретизации 13,5 МГц цифрового стандарта 4 : 2 : 2. Учитывая, что для сигнала яркости в МККР теперь принята полоса частот 5,75 МГц [2], получим требуемое значение полосы частот в системе ТВЧ (при равной сложности пред- и постфильтрации):  $5,75 \times 5,5 = 31,625$  МГц.

В реальной аппаратуре ТВЧ, спроектированной для формата кадра 5 : 3, для сигнала яркости нормируется существенно меньшее значение 20 МГц. Это значит, что предусматриваемое в «Предложении» удвоение горизонтальной разрешающей способности относительно стандарта 4 : 2 : 2 в настоящее время не обеспечивается (с учетом требуемого

формата кадра 16 : 9 фактическое увеличение разрешения составит приблизительно 19 %). Цель удвоения вертикальной разрешающей способности достигается только в 525-строчных системах: с учетом активных строк кадра имеем  $1035/485=2,134$ ; в 625-строчных системах увеличение составляет  $1035/575=1,8$ .

Приходится констатировать, что созданные устройства ТВЧ по существу принадлежат к экспериментальному оборудованию I поколения, не достигающему уровня требований обсуждаемого стандарта МККР. Строгое выполнение требований этого гипотетического стандарта потребует создать аппаратуру ТВЧ II поколения с исключительно высокими технико-экономическими показателями, пути достижения которых в настоящее время остаются достаточно неясными.

Другая проблема, волнующая вещательные организации, касается способа доставки программ ТВЧ телезрителям. Для передачи широкополосных сигналов ТВЧ по одному стандартному спутниковому каналу с полосой пропускания 24 или 27 МГц компания Эн-эйч-кей разработала аппаратуру сжатия спектра «Мьюз» (от английского «кодирование с многократной субдискретизацией»), формирующую видеосигнал с полосой частот 8,1 МГц [3]. На неподвижных участках изображения в специальном телевизионном приемнике восстанавливается полная горизонтальная четкость системы, а на движущихся — снижается почти вдвое. В результате этого возникает неприятный эффект динамического изменения качества изображения, обусловленного изменением интенсивности движения объектов передачи (изображение как бы «дышил»). Вопрос о технической пригодности дорогостоящей системы «Мьюз» остается открытым.

Европейским вещательным организациям в случае принятия единого стандарта 1125/60 придется решать дополнительную проблему: преобразовывать сигнал ТВЧ в сигналы стандартных систем ПАЛ и СЕКАМ, а также в цифровой сигнал стан-

дара 4 : 2 : 2 или аналоговые сигналы систем раздельного кодирования типа МАС. Даже самый совершенный в мире преобразователь стандарта компании Эн-эйч-кей [4] заметно искажает изображение в процессе преобразования. Как показали испытания Европейского союза вещания, преобразованное изображение ПАЛ уступает по качеству прямому изображению ПАЛ стандарта 626/50 на 0,5 балла, а ухудшение изображения стандарта 4:2:2 составляет в среднем 0,7 балла (достигая в ряде случаев одного балла).

Таким образом, внедрение предлагаемого стандарта 1125/60 с полным выполнением его требований связано с решением ряда сложных технических проблем и потребует выделения значительных финансовых средств. В связи с этим возникает вопрос о технико-экономической целесообразности выбора столь высоких качественных показателей ТВ изображения, предусматриваемых этим стандартом.

Из перечня всех мотивов использования 1125 строк наиболее весомым, по-видимому, следует считать стремление «дотянуть» качество ТВ изображения до уровня киноизображения на большом экране, чтобы можно было производить кинофильмы ТВ методами. Однако уже сейчас некоторые специалисты утверждают, что для достижения этой цели ТВ изображение должно иметь не менее 2200 строк [5]. Кроме того, за то десятилетие, которое отводится на создание службы ТВЧ, техническое качество фильмов и техника кинопоказа также значительно улучшится.

Возможен альтернативный подход к выбору стандарта ТВЧ, характеризующийся отказом от учета интересов «большого» кинематографа. В этом случае значения параметров такого стандарта можно производить исходя только из специфических требований вещательного ТВ с учетом реальных возможностей существующих и перспективных каналов связи.

Целесообразно сформулировать основные положения, которые следует учитывать при выборе базовых параметров системы ТВЧ, предлагаемой для международной стандартизации.

◊ Дальнейшее развитие ТВЧ немыслимо без перехода на цифровые методы формирования, обработки, записи и передачи видеосигналов. Обладая известными преимуществами эксплуатационного характера, эти методы, к сожалению, обуславливают значительные технические трудности при реализации оборудования (прежде всего цифровых видеомагнитофонов), призванного об-

рабатывать высокоскоростные цифровые потоки. Например, в системе 22 : 11 : 11 с упоминавшейся частотой дискретизации сигнала яркости 74,25 МГц формируется поток 1188 Мбит/с. Это обстоятельство вынуждает соблюдать определенную сдержанность при выборе числа строк в кадре и горизонтальной четкости. Кроме того, должна обеспечиваться совместимость с цифровым стандартом 4 : 2 : 2. В частности, у этого стандарта должен быть заимствован принцип обеспечения совместимости в системах 525/60 и 625/50, основанный на формировании одинаковых цифровых потоков (т. е. на использовании для сигнала яркости  $Y$  и двух цветоразностных сигналов  $C_R$ ,  $C_B$  одинаковых частот дискретизации, частотных полос и числа отсчетов в цифровой активной части строки).

◊ Устройства отображения прямого наблюдения и проекционные имеют ограниченную реальную разрешающую способность как по горизонтали, так и по вертикали. Как и в обычных системах ТВ вещания, в будущей системе ТВЧ наиболее массовым устройством отображения, вероятно, станет «народный» телевизор на кинескопе с щелевой маской и диагональю экрана 69 см или несколько меньше. С учетом фактора стоимости можно предположить, что такой кинескоп будет иметь предельную горизонтальную разрешающую способность не более 1000 твл (по вертикали еще меньше). Кроме того, изображение на таком сравнительно небольшом кинескопе (который кажется еще меньше из-за удлиненного формата кадра 16 : 9) практически будет наблюдаться несколькими зрителями с расстояния больше трех высот экрана, что позволяет несколько понизить требования к разрешающей способности.

В случае использования полевой частоты 50 Гц известный эффект мерцания больших ярких участков изображения можно практически полностью подавить путем перехода на прогрессивную развертку отображения с частотой кадров 50 Гц, что, однако, требует применить в телевизоре ЗУ на поле (кадр) [6, 7]. Поскольку при этом происходит удвоение частоты строчной развертки, по экономическим соображениям желательно иметь как можно более низкую исходную строчную частоту.

Проекционные телевизоры со средним экраном, по-видимому, не найдут широкого распространения среди населения ввиду их громоздкости, высокой стоимости и необходимости регулярного обслуживания (замена проекционных кинескопов, регулировка совмещения трех растров и пр.). Перспективы создания матричных дисплейных панелей вы-

сокого разрешения в обозримом будущем остаются неопределенными.

◊ Наиболее высокие требования к спектральной «компактности» будущего стандарта ТВЧ, несомненно, предъявляют радиочастотные каналы связи, параметры которых жестко регламентируют международные частотные планы. ТВЧ вещание скорее всего будет организовано в стандартных спутниковых каналах в диапазоне 12 ГГц, имеющих видео-полосу шириной 8...10 МГц. Исходя из общих технико-экономических принципов использования спутниковых каналов и учитывая высокую стоимость эффективной аппаратуры сжатия спектра и неизбежные искажения изображения, восстановляемых в ТВ приемнике (также имеющим высокую стоимость), можно предположить неперспективность систем ТВЧ с чрезмерно высокими исходными качественными показателями.

С учетом всех перечисленных факторов предлагаем для обсуждения следующий «экономичный» цифровой стандарт 12 : 6 : 6 для ТВЧ с общим потоком 648 Мбит/с, ориентированный на использование в телевизорах или видеомониторах полевой (кадровой) памяти.

	625/50	525/60
Число строк в кадре . . . . .	937	787
Число активных строк . . . . .	887	747
Полевая частота, Гц . . . . .	50,0267	59,9781
Строчная частота, кГц . . . . .	23,4375	23,6014
Коэффициент ч-рессстрочности . . . . .	2:1	
Формат кадра . . . . .		16:9
Число отсчетов в активной части строки . . . . .	1440 (сигнал яркости) 720 (цветоразностный сигнал)	
Ширина полосы частот, МГц . . . . .	17,25 (сигнал яркости) 8,25 (цветоразностный сигнал)	
Частота дискретизации, МГц . . . . .	40,5 (сигнал яркости) 20,25 (цветоразностный сигнал)	

При соответствующем развитии техники цифровой видеозаписи для производства видео- и телефильмов, предназначенных для проекции на средние экраны в видео- и кинотеатрах, может быть предложен вариант

этого стандарта, основанный на использовании прогрессивной развертки с числом строк 938 и 788 для систем 625/50 и 525/60 соответственно.

## Заключение

Ни одно из устройств созданного комплекта оборудования ТВЧ не удовлетворяет всем требованиям стандарта 1125/60, предлагаемого для международной стандартизации Японией, США и Канадой, в частности реализованная полоса частот сигнала яркости составляет всего 20 МГц вместо требуемых 32 МГц.

Учитывая это обстоятельство, а также теоретические и практические трудности сопряжения стандарта 1125/60 с параметрами стандартного спутникового канала в диапазоне 12 ГГц и реальные возможности значительного увеличения

записываемого цифрового потока (1188 вместо 216 Мбит/с для стандарта 4:2:2), целесообразно исследовать «экономичный» стандарт ТВЧ, оптимальный с точки зрения ТВ вещания, а интересы телекинопроизводства решать отдельно с учетом специфики технико-экономических показателей и перспектив развития этого направления.

## Литература

1. The Standards Page. SMPTE to study standardisation of 30 frame film for distribution of theatrical and television prints. — BKSTS J., 1986, 68, N 2, p. 90.
2. Криковое М. И., Никоноров С. И., Хлебородов В. А. Последние решения МККР в области цифрового телевидения. — Техника кино и телевидения, 1986, № 8, с. 42—50.

3. Ninomija Y., Ohtsuka Y., Izumi Y. A single channel HDTV broadcast system. The MUSE. — NHK Lab. Note, Sept. 1984, N 304.

4. Tanaka Y., Ohnuma T., Okada K. et al. HDTV—PAL standards converter. — NHK Lab. Note, Jan. 1986, N 326.

5. De Marsh L. E., Firth R. R., Sehlin R. C. Scanning requirements for motion-picture post-production. — SMPTE J., 1985, 94, N 9, p. 921—924.

6. Хлебородов В. А. Анализ усовершенствованного электронного преобразователя строчного стандарта. — Вопросы радиоэлектроники. Техника телевидения, 1969, вып. 2, с. 123—130.

7. Способ воспроизведения телевизионного изображения / Е. З. Сорока, В. А. Хлебородов, А. Н. Юлиш, С. Н. Васильков. Авт. свид. № 1067616. — БИ, 1984, № 2.



УДК 681.846.7

## Магнитные измерительные ленты для настройки студийных и репортерских магнитофонов

А. И. НИКОНОРОВ, А. А. МАЛИНИН  
(Государственный Дом радиовещания и звукозаписи)

Профессиональные студийные магнитофоны являются основным средством в системе Гостелерадио для записи и воспроизведения музыкальных и речевых программ.

Для обеспечения возможности обмена фонограммами (чтобы запись, сделанная на одном аппарате, могла быть воспроизведена на любом другом, аналогичном без заметного ухудшения качественных показателей) параметры лентопротяжных механизмов, амплитудно-частотные характеристики каналов записи-воспроизведения, положение рабочих зазоров магнитных головок стандартизируются.

Стандартизацию проводят в соответствии с рекомендациями специализированных международных организаций (в частности МЭК) заданием АЧХ каналов записи и воспроизведения за счет корректоров с оп-

ределенными постоянными временем. Настройка и измерения каналов воспроизведения магнитофонов осуществляются при помощи специальных измерительных лент, изготовленных также по рекомендациям МЭК.

Параметры измерительных магнитных лент (ЛИМ) в нашей стране определяются техническими условиями предприятия-изготовителя ТУ 580.000.003—85 «Ленты измерительные магнитные типа 6.ЛИМ.У и Ч. 38, 19, 9» [1]. Таким предприятием является Государственный Дом радиовещания и звукозаписи (ГДРЗ), отделение измерительных лент которого уже много лет поставляет свою продукцию во все радиотелекомплексы Советского Союза.

Ленты делятся на монофонические с шириной дорожки записи 6,3 мм

и стереофонические 2×2,70 мм. Расположение дорожек и их размеры указаны на рис. 1.

В зависимости от скорости, на которой ленты должны быть использованы, они подразделяются на группы: группа 38 — скорость  $v=38,1$  см/с; 19 —  $v=19,05$  см/с; 9 —  $v=9,53$  см/с.

Измерительные ленты ЛИМ.1.У. используются для проверки усиления канала воспроизведения монофонических магнитофонов, а ЛИМ.2.У. также и коммутации каналов стереофонических магнитофонов.

ЛИМ.1.Ч. используют для проверки амплитудно-частотной характеристики канала воспроизведения монофонических магнитофонов и установки угла наклона рабочих зазоров магнитных головок монофонических магнитофонов; ЛИМ.2.Ч. то же са-

## Технические параметры ЛИМ. 1. У и ЛИМ. 2. У.

	38	19	9
Частота записи, Гц	1000	1000	315
Допустимое отклонение, %	±3	±3	±3
Эффективное значение номинального удельного магнитного потока короткого замыкания, нВб/м, уровень которого принимается за 0 дБ			
для ЛИМ. 1. У.	310	320	250
для ЛИМ. 2. У.	510	510	—
Допустимое отклонение, дБ	±0,3	±0,3	±0,3
Рассогласование уровней сигналов дорожек ЛИМ. 2. У, дБ, не более	0,5	0,5	—
Угол между магнитным штрихом и направлением движения ленты, град	90	90	90
Допустимое отклонение, мин	±2	±2	±2
Коэффициент гармоник, %, не более	3	3	3
Длительность записи, мин, не менее	1	1	1

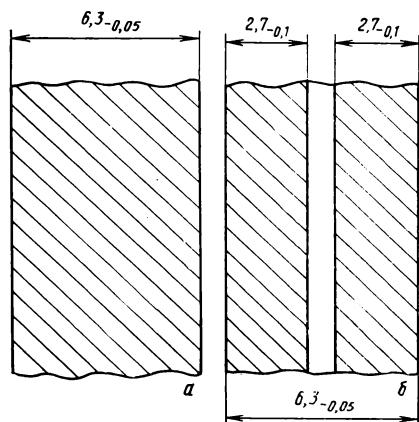


Рис. 1. Расположение дорожек записи ЛИМ для студийных магнитофонов:  
а — ЛИМ.1.У, ЛИМ.1.Ч;  
б — ЛИМ.2.У, ЛИМ.2.Ч;

## Технические параметры ЛИМ. 1. Ч. и ЛИМ. 2. Ч.

	38	19	9
Частота записи, Гц	1 000	1 000	315
Б. Ш.	Б. Ш.	12 500	
16 000	16 000	315	
1 000	14 000	40	
31,5	1 000	63	
63	31,5	80	
125	40	125	
250	63	250	
500	80	500	
1 000	125	1 000	
2 000	250	2 000	
4 000	500	4 000	
6 300	1 000	6 300	
8 000	2 000	8 000	
10 000	4 000	10 000	
12 500	6 300	12 500	
16 000	8 000	14 000	
18 000	10 000	315	
	1 000	12 500	
		14 000	
		16 000	
		18 000	
		1 000	
Допустимое отклонение, %	±1	±1	±1
Удельный магнитный поток короткого замыкания, нВб/м, при уровне записи —20 дБ относительно номинального на опорной частоте, Гц	1 000	1 000	315
для ЛИМ. 1	32	32	25
для ЛИМ. 2	51	51	—
Допустимое отклонение, дБ	±1	±1	±1
Амплитудно-частотная характеристика магнитного потока короткого замыкания, дБ	табл. 1	табл. 1	табл. 1
Допустимое отклонение, дБ	±0,5	±0,5	±0,5
Угол между магнитным штрихом и направлением движения ленты, град	90	90	90
Допустимое отклонение, мин	±1,5	±1,5	±1,5
Длительность записи: с,			
первой частоты	20	20	20
белого шума	30	30	—
второй частоты	30	30	30
остальных частот	10	10	10
Рассогласование между амплитудно-частотными характеристиками потока короткого замыкания дорожек лент ЛИМ. 2. Ч., дБ, не более	0,5	0,5	0,5

мое, только для стереофонических магнитофонов.

При этом эффективным значением номинального удельного магнитного потока короткого замыкания называется поток, протекающий через сердечник идеальной воспроизводящей головки с магнитной проницаемостью, равной бесконечности, находящейся в контакте с поверхностью ленты.

За номинальную амплитудно-частотную характеристику потока короткого замыкания лент принял результат сложения двух кривых: частотной характеристики полного сопротивления параллельной  $RC$  цепи с постоянной времени  $\tau_1$  и частотной характеристики полного сопротивления последовательной  $RC$  цепи с постоянной времени  $\tau_2$ .

Таким образом, АЧХ потока короткого замыкания определяется по формуле

$$N_{\Phi} = 10 \lg [1 + (\omega \tau_2)^{-2}] - 10 \lg [1 + (\omega \tau_1)^2], \text{ дБ}, \quad (1)$$

где  $\omega = 2\pi F$ ;  $F$  — частота сигнала, Гц;  $\tau_1 \tau_2$  — постоянные времени, с.

Ту 58.000.003—85 на магнитные измерительные ленты устанавливают следующие величины  $\tau$ :

$$\tau_1 = 35 \text{ мкс}, \tau_2 = \infty \text{ при } v = 38,1 \text{ см/с}$$

$$\tau_1 = 70 \text{ мкс}, \tau_2 = \infty \text{ при } v = 19,05 \text{ см/с}$$

$$\tau_1 = 90 \text{ мкс}, \tau_2 = 3180 \text{ мкс при } v = 9,53 \text{ см/с.}$$

Результаты расчетов по формуле (1) сведены в табл. 1 и отображены графически на рис. 2. В табл. 2 приведены допустимые отклонения.

К измерительным лентам типа ЛИМ.2 предъявляются особо высокие требования. Чтобы исключить возможность ошибки при коммутации стереоканалов, на лентах сначала производится запись опорной частоты 1000 Гц с объявлением «слевой канал», затем с объявлением

Таблица 1. Значения АЧХ потока короткого замыкания, дБ

Группа	$\tau$ , мкс	Частоты, Гц																
		31,5	40	63	80	125	250	315	500	1000	2000	4000	6300	8000	10000	12500	14000	16000
38	35	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	-0,6	-2,3	-4,4	-5,9	-7,4	-9,1	-	-11,1	-12,0
19	70	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0	-1,7	-5,4	-8,6	-10,5	-12,3	-14,2	-15,1	-16,3	-17,3
9	90+3180	-	4,1	2,1	1,5	0,7	0,1	0	-0,3	-1,2	-3,5	-7,8	-11,3	-13,3	-15,2	-17,0	-18,0	-

«правый канал», далее «оба канала» одновременно. Длительность записи первых двух сигналов — по 10 с, а «оба канала» — 60 с.

Рассогласование амплитудно-частотных характеристик потока между дорожками не должно превышать 0,5 дБ во всем интервале записываемых частот, а фазовый сдвиг между сигналами дорожек должен быть менее 30°. Для этого сигналограммы записываются по всей ширине ленты головкой с высотой набора сердечника 6,3 мм. Далее она размагничивается по средней линии ленты головкой стирания с высотой набора сердечника 0,6 мм, несколько смещенной относительно средней линии (рис. 3). Сигналограмма стирается дважды, в прямом и обратном направлении. Таким образом обеспечивается полная симметрия оставшихся дорожек по ширине (потоку), разбалансу АЧХ и фазовому сдвигу во всем интервале записанных частот.

Для удобства пользования и экономии времени при испытании магнитофонов, измерительные ленты ЛИМ.У и ЛИМ.Ч объединены в один рулон. В начале рулона записан сигнал опорной частоты ЛИМ.У, по которому определяется уровень воспроизведения магнитофона, затем идет ЛИМ.Ч, где записан сигнал для установки рабочего зазора магнитной головки, далее следует запись частот, ряд которых зависит

от скорости. Обозначается такой рулон, как ЛИМ.1.У и Ч — для измерений монофонических магнитофонов и ЛИМ.2.У и Ч — для стереофонических. Запись ЛИМ для студийных магнитофонов производится на прецизионно отстроенных и конструктивно доработанных специалистами ГДРЗ аппаратах типа СТМ производства ВНР.

ГДРЗ освоено также производство измерительных лент типа ЛИМ.У и Ч.4К, предназначенных для проверки и настройки каналов воспроизведения кассетных репортерских магнитофонов, в частности, типа «Репортер-7».

Изготавливаются ЛИМы на магнитной ленте группы 1 (по МЭК) по три комплекта в одной кассете МК С-60. Каждый комплект состоит из двух частей. Часть У служит для проверки усиления канала воспроизведения, Ч — для проверки амплитудно-частотной характеристики канала воспроизведения и установки азимута рабочих зазоров магнитных головок. Структура одного комплекта ЛИМ.У и Ч.4К показана на рис. 4.

В части У эффективное значение потока короткого замыкания  $\Phi = 250 \text{ нВб/м}$  с допустимым отклонением  $\pm 0,9 \text{ дБ}$ .

В части Ч эффективное значение потока короткого замыкания аппроксимируется формулой (1), где постоянные времени  $\tau_1 = 120 \text{ мкс}$ ,  $\tau_2 = 3180 \text{ мкс}$ , при частоте сигнала  $F = 315 \text{ Гц}$  поток короткого замыкания  $\Phi = 25 \text{ нВб/м}$ . Допустимое отклонение уровня  $\pm 1 \text{ дБ}$  для  $F = 10 \text{ кГц}$  и  $\pm 1,8 \text{ дБ}$  для  $F = 12,5 \text{ кГц}$ . Угол между магнитным штрихом и направлением движения ленты  $90^\circ \pm 5^\circ$ .

Запись ЛИМ.У и Ч.4К осуществляется на профессиональном сте-

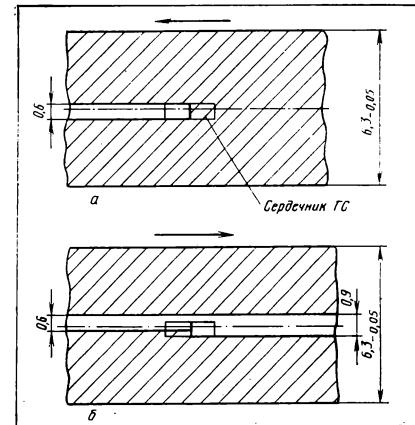


Рис. 3. Запись (а) и размагничивание середины ЛИМ.2 (б)

реофоническом магнитофоне А-710 фирмы «Штудер». Источником сигнала служит сконструированный в ГДРЗ автоматический датчик измерительных сигналов (АДИС), представляющий собой генератор фиксированных частот (ГФЧ) звукового диапазона, оборудованный блоками управления и регулировки (рис. 5). Речевые объявления воспроизводятся с магнитофона дикторских пояснений (МДП). Считывание параметров ЛИМ осуществляется на выходе усилителей воспроизведения А-710 по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры (КИА).

После подготовки аппаратуры к работе на записывающий магнитофон А-710 устанавливается контрольная образцовая сигналограмма и производится калибровка по установочному уровню (часть У); по

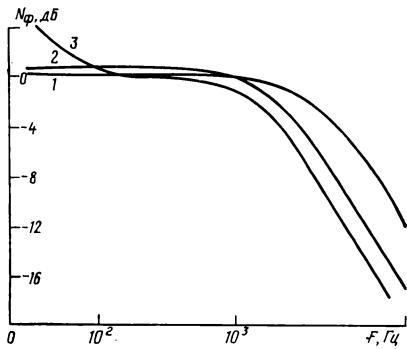


Рис. 2. Кривые стандартизованного магнитного потока короткого замыкания:

1 — 38,1 см/с; 2 — 19,05 см/с; 3 — 9,53 см/с

Таблица 2. Допустимые отклонения АЧХ потока короткого замыкания, дБ

Группа	Частоты, Гц					
	8 000	10 000	125 000	14 000	16 000	18 000
38	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	—	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$
19	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
9	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	—	—

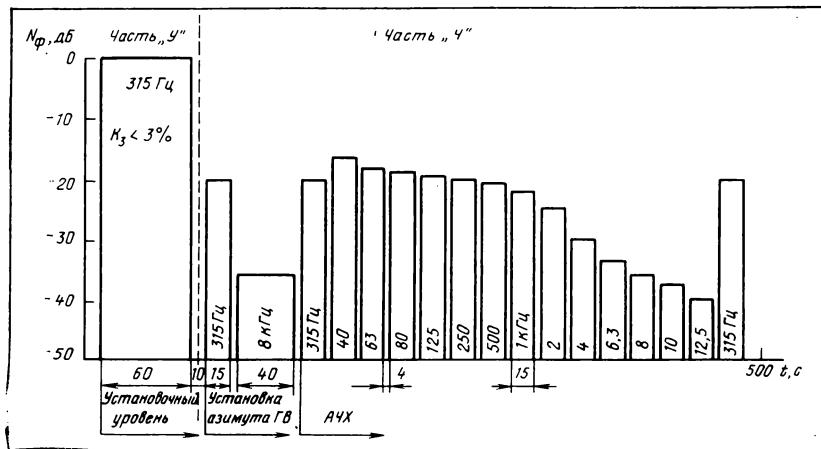


Рис. 4. Временная диаграмма ЛИМ.У и Ч. 4К

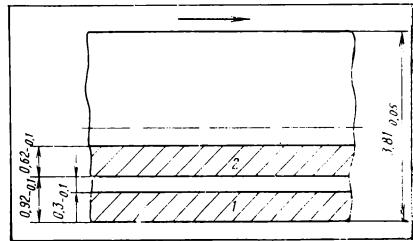
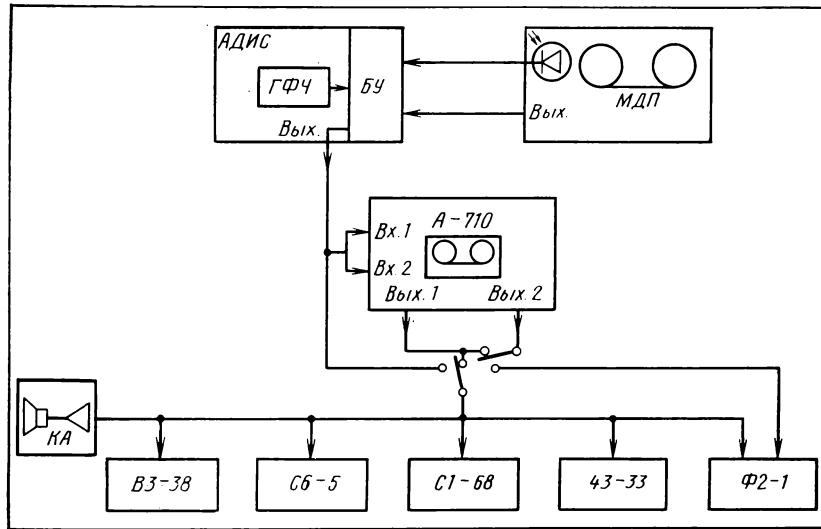


Рис. 6. Расположение дорожек записи ЛИМ.У и Ч. 4К.



максимуму отдачи на частоте 8 кГц ориентируется головка воспроизведения и затем снимаются показания КИА при воспроизведении всей обра-зовой ЛИМ.

Далее на записывающий аппарат устанавливается кассета С-60 с чистой лентой (после ряда сравни-тельных измерений эмпирическим путем была выявлена оптимальная для записи ЛИМ лента БАСФЛНМ-1, обладающая высокими основными электроакустическими параметрами и наряду с этим в меньшей степени подверженная саморазмагничива-нию) и производится предваритель-ная настройка, включающая ряд специальных технологических опера-ций. При этом составляется карта записи, которая отличается от дан-ных воспроизведения контрольной сигнальограммы на поправку, обус-ловленную частотно-зависимым про-

никанием сигнала с головки записи на головку воспроизведения и явле-нием саморазмагничивания носите-ля на верхних рабочих частотах.

После этого лента отматывается на начало, АДИС включается в авто-матический режим, А-710 — на за-пись, МДП — на воспроизведение. Магнитофильм дикторских поясне-ний промонтирован прозрачным рак-ордом таким образом, что он одновре-менно служит и программой ра-боты АДИС: когда в поле фотодатчи-ка МДП появляется магнитная лен-та, блок управления АДИС подклю-чает ко входу А-710 МДП и на ЛИМ пишется дикторский текст. По его окончании в поле регистрации света приходит прозрачный ракорд, и на блок управления с фотодатчика по-ступает сигнал, дающий команду переключения ГФЧ на следующую программную частоту и подключение

Рис. 5. Структурная схема стенда для записи измерительных лент на компакт-кассетах:

БУ — блок управления; В3-38 — вольт-метр; С6-5 — ИНИ; С1-68 — осциллограф; Ч3-33 — частотомер; Ф2-1 — фазометр

его ко входу А-710. В период протя-гивания на ЛИМ прозрачного ракора-да, вплоть до момента появления оче-редного куска магнитной ленты с дикторским текстом, на ЛИМ пишется сигнал генератора. По окон-чании записи первого комплекта сле-дует 15-с пауза. Такой цикл повто-ряется еще дважды.

В процессе всей записи показания КИА на выходе усилителей воспро-изведения записывающего аппарата, которые не должны отличаться от норм записи более, чем это опреде-лено допусками ТУ, контроли-руются.

Каждая ЛИМ подлежит после-дующему контрольному воспроизве-дению, при этом показания КИА также не должны отличаться от данных воспроизведения контроль-ной сигналограммы более, чем это определено допусками ТУ [2]. Раз-меры и расположение дорожек за-писи показаны на рис. 6 (обращены рабочим слоем к наблюдателю).

Необходимо учитывать, что при считываии ЛИМ на магнитофоне, укомплектованном монофонической головкой, потеря по уровню от про-межутка между дорожками составит примерно 2 дБ.

## Литература

1. ТУ 58.0.000.003—85 «Ленты измерительные магнитные типа 6.ЛИМ.У и Ч.38, 19, 9».
2. ТУ 58.0.000.004-85 ДЗ. Ленты измерительные магнитные типа ЛИМ.У и Ч.4К.

УДК 621.397.61.006:65.011.56

## **Метод автоматизированного распределения оборудования телекомплекса для обеспечения многопоясного вещания**

А. М. ГОРИЗОНТОВ, М. Г. ШТАПЕЛЬ (Ленинградский электротехнический институт  
связи им. М. А. Бонч-Бруевича)

Вопросы автоматизации ТВ вещания последнее время находятся в центре внимания отечественных и зарубежных ученых. Важная задача при построении АСУ телекомпьютером — автоматизированное распределение оборудования, участвующего в процессе выпуска ТВ программ. Эта задача особенно актуальна и сложна для крупных телекомплексов, выпускающих передачи по многим программам.

Накопленные результаты опытной эксплуатации модели текущего планирования при распределении аппаратных «эфирного» блока ТТЦ им. 50-летия Октября не только подтвердили целесообразность автоматизации этого процесса, но и показали необходимость разработки более эффективных математических методов, учитывающих технологические особенности многопрограммного вещания по нескольким часовым поясам.

Разработка эффективных методов автоматизированного распределения «эфирных» аппаратных видеозаписи вне-классных телекомплексов и посвящена данная статья.

Как было показано в [1], основной информацией, используемой при построении расписания загрузки воспроизводящих видеомагнитофонных аппаратных (АВЗМ), является пакет эфирных заявок. Каждая такая заявка определяет комплекс технологических ресурсов, необходимых для выпуска телепередач по одной или нескольким программам. При составлении расписания также должны быть учтены режимы работ самих распределяемых аппаратных и разнообразные технологические ограничения, существующие при выполнении эфирных работ. Дополнительное условие решения задачи распределения технологических ресурсов телекомплекса в процессе выпуска телепередач — частичная занятость распределяемых воспроизводящих видеомагнитофонных аппаратных. Эта занятость обусловлена как необходимостью окончания эфирных работ, запланированных ранее рассматриваемого периода, так и наличием регламентированных не эфирных работ (например, профилактических).

При построении формализованного описания рассматриваемой задачи [1] было отмечено, что качество полученного расписания характеризуется рядом противоречивых факторов. Например, необходимо обеспечить цикличность в работе обслуживающего персонала и максимизацию загруз-

ки распределяемого оборудования. Поэтому следует ввести обобщенный критерий качества расписания [1], а также обобщенное понятие заявки, определяющей временные и ресурсные претензии эфирных или не эфирных работ.

В целом формализованное описание, приведенное в [1], дает основание отнести рассматриваемую задачу к классу задач дискретного программирования. Она может быть представлена как задача распределения  $N$  заявок в  $M$  аппаратных. Требуемое расписание задается матрицей

$X = [X(I, J)]$ , где  $I = \overline{I, N}$ ;  $J = \overline{J, M}$  и  $X(I, J) = I$ , если заявка  $I$  распределена в аппаратную  $J$  и 0 — в противном случае.

Введем функцию  $F(X)$ , отражающую степень удовлетворения рассматриваемого расписания технологическим условиям.  $F(X)$  принимает значение 0, если расписание  $X$  технологически допустимо и 1 — в противном случае.

Рассмотрим также обобщенный критерий качества  $S(X)$  [1] и множество  $V$  различных расписаний  $X \in V$ .

Тогда задача распределения технологических ресурсов телекомплекса в процессе выпуска телепередач может быть представлена как задача нахождения  $S_{\max}(X)$ , при ограничениях  $F(X)=0$  и  $X \in V$ . Это экстремальная задача с нелинейными ограничениями класса задач дискретного программирования [2].

В условиях рассматриваемой задачи пакет заявок полностью известен до начала его распределения по аппаратным. Поэтому она относится к классу задач с полной информацией и, следовательно, может быть точно решена с помощью применения метода полного перебора всех вариантов распределения заявок по аппаратным. Однако такой подход не удовлетворителен, так как на практике значения  $M$  и  $N$  существенно велики, а результат должен быть получен в реальном масштабе времени. По тем же причинам при современном уровне развития вычислительных средств невозможно использовать известные комбинаторные методы дискретного программирования [2].

Рассматриваемая задача может быть представлена как обобщение распределительной задачи теории расписаний. Одна из важных ее особенностей — условие строгой фиксированности времени выпуска телепередачи. Это обуславливает невозможность применения известных моделей теории расписания и требует разработки специальных методов.

Анализ задачи распределения оборудования телецентра в процессе многопрограммного многоспектрального вещания позволяет сделать вывод о необходимости разработки эвристических приближенных методов ее решения. При этом целесообразно положить в основу разрабатываемых алгоритмов моделирование деятельности человека, решавшего аналогичную задачу. Человек, как правило, строит результирующее расписание по шагам. При этом на каждом шаге решается вопрос поиска рационального местоположения очередной заявки, претендующей на включение в составляемое расписание. Моделирование деятельности человека с помощью алгоритмов, заложенных в память ЭВМ, позволит конструировать более качественные расписания по сравнению с расписаниями, полученными вручную за счет расширения возможности перебора вариантов распределения заявок, применения более эффективных приоритетных правил при выборе и установке заявок в аппаратные.

Моделирующий алгоритм построения расписания загрузки оборудования в зависимости от объема перерабатываемой информации на каждом шаге может быть двух типов. Первый тип предполагает на каждом шаге переработку всей имеющейся в данный момент информации о загружаемом оборудовании и пакете заявок, второй — лишь незначительной ее части.

Анализ задач распределения оборудования в процессе выпуска телепередач и опыт ее решения в условиях реальных телецентров говорит о невозможности переработки на каждом шаге полной информации из-за ее объемности. С другой стороны, принятие малообоснованных решений, вследствие искусственного сужения объема обрабатываемых данных, приводит к построению технологически недопустимых расписаний. Поэтому целесообразно переработать переменный, по возможности минимальный, объем информации при выборе аппаратной для каждой заявки.

Учитывая особенности рассматриваемой задачи распределения аппаратных телецентра в процессе выпуска ТВ передач, предлагается осуществлять процесс построения расписания в три стадии.

Первая стадия — предварительная. Ее результат — частично составленное расписание. Применяемый на этой стадии алгоритм должен быть основан на предположении о существовании каких-либо конкретных закономерностей во взаимном расположении заявок в оптимальном рас-

писании. Это позволит представить процесс составления расписания в виде последовательности несвязанных этапов. Результатом выполнения действий каждого этапа, проделанных на основе учета выявленных закономерностей и переработки только ограниченной информации, связанной с этим этапом, будет являться построение некоторой части расписания (фрагмента расписания, который объединяет группу заявок и характеризуется квазиподходящим значением показателя качества).

В качестве примера существования таких закономерностей, которые позволяют получать квазиподходящие фрагменты расписания, можно привести следующую ситуацию. Оптимальное по критерию минимума повторных установок размоток расписание загрузки эфирных аппаратных требует, как правило, установки в одной аппаратной блоков телепередач, выходящих в эфир по одним и тем же программам и последовательно во времени. Это диктуется, с одной стороны, желанием исключить повторную установку размоток, организуя удовлетворение заявки в одной аппаратной. С другой стороны, это обусловлено необходимостью свести к минимуму простоту аппаратной, связанные с проведением работ по переключению аппаратуры при смене выпускаемой программы.

На предварительной стадии составления расписания, используя эту особенность, все множество заявок разбивается на группы. Каждая группа заявок (фрагмент) будет объединять заявки максимального числа блоков телепередач, выпуск которых допустим из одной аппаратной. Последовательно устанавливая на различные аппаратные сформированные группы заявок — фрагмент, удается получить, уже на этой стадии, в основном составленное расписание. При этом значительно упрощается задача распределения не попавших во фрагменты расписания заявок, так как ее размерность существенно снижается по сравнению с первоначальной задачей. В целом, объективность закономерностей, учтенных на этой стадии, будет определять качество предварительно составленных фрагментов расписания и количество неустановленных заявок, которые должны быть удовлетворены на последующих стадиях.

Вторая стадия — основная. Результат — допустимое расписание, в котором удовлетворены все заявки с учетом максимизации значения обобщенного критерия качества [1]. Алгоритм, используемый на этой стадии, основан на применении такой тактики включения заявок в расписание, которая предусматривает возможность увеличения объема перерабатываемой на каждом шаге информации о ранее установленных заявках. При этом, выполнение каждого шага должно начинаться с переработки минимального по объему количества информации, определяющей возможность установки конкретной заявки в некоторой аппаратной.

Тем самым, в поле зрения алгоритма на начальной фазе должны попадать лишь самые «перспективные» направления поиска подходящей аппаратной. «Перспективность» направления при этом оценивается степенью влияния выбора этого направления на возможность достижения в конечном итоге максимума обобщенного критерия качества. Число анализируемых «перспективных» аппаратных будет определять «горизонт» алгоритма. В случае невозможности нахождения приемлемого варианта удовлетворения заявки этот «горизонт» должен частично расширяться. Число аппаратных, составляющих текущий горизонт, будем называть «широтой поиска».

Алгоритм, применяемый на этой стадии, должен относиться к классу корректируемых, т. е. позволять на любом этапе перераспределять уже установленные заявки. Необходимость этого требования обусловлена тем, что на некоторых предшествующих этапах установки заявок решения принимались на основе переработки ограниченного количества информации и, следовательно, они могли оказаться неудовлетворительными. Применение корректируемого алгоритма требует введения понятия «глубина поиска». Под «глубиной поиска» будем понимать число уже установленных заявок, которые допустимо перераспределять при удовлетворении устанавливаемой заявки в выбранной аппаратной. Для минимизации времени работы алгоритма на начальной фазе глубина поиска должна быть выбрана минимальной. При невозможности достижения рационального варианта установки заявки за счет увеличения ширины поиска глубина увеличивается.

В предельном случае широта и глубина поиска должны быть такими, чтобы обеспечить анализ всех аппаратных, пригодных для удовлетворения устанавливаемой заявки, и обязательную установку последней. Объем информации, перерабатываемой на этой стадии, определяется достигнутыми значениями широты и глубины поиска и зависит от обоснованности составленных на первой стадии фрагментов расписания. Таким образом, на второй стадии будет полностью составлено технологически и ресурсно допустимое расписание загрузки распределяемого оборудования.

Третья стадия — заключительная. Результат — повышение качества расписания, полученного на предыдущей стадии.

Алгоритм, реализующий эту стадию, должен проводить попытки переустановки «неудачно» установленных заявок. Заявка считается «неудачно» установленной, если выбор для ее удовлетворения другой аппаратной мог бы привести к увеличению значения обобщенного критерия качества расписания. Переустановка заявки должна производиться по алгоритму второй стадии при последовательно увеличивающихся значениях глубины и широты поиска для нахождения более ра-

ционального варианта расписания, если он существует.

Этот процесс должен повторяться до тех пор, пока не останется «неудачно» установленных заявок, для которых не сделаны попытки нахождения более рационального варианта их удовлетворения в других аппаратных. Существование в большинстве случаев для «неудачно» установленной заявки более рационального варианта ее размещения в аппаратных обусловлено следующими факторами:

— невозможностью на первых стадиях полностью оценить последствия выбора конкретной аппаратной для устанавливаемой заявки, так как этот выбор осуществляется в условиях лишь частично составленного расписания;

— ограниченностью числа анализируемых вариантов удовлетворения каждой устанавливаемой заявки. Небольшое число «неудачно» установленных заявок после второй стадии и возможность работы с полностью составленным расписанием дают принципиальную возможность, пользуясь указанной методикой, получить на третьей стадии оптимальное расписание за счет увеличения ширины и глубины поиска.

Переработка переменного, по возможности минимального, объема информации при установке каждой заявки сокращает время построения расписания, что в сочетании с корректируемым алгоритмом обуславливает возможность получения с помощью разрабатываемых методов рационального расписания в реальном масштабе времени.

Кроме этого, вышерассмотренный метод трехстадийного построения расписания загрузки оборудования телецентра при многопрограммном многоярусном выпуске ТВ передач позволяет повысить качество таких расписаний на основе использования как большого практического опыта, накопленного при ручном решении этой задачи, так и новых возможностей, возникающих при применении вычислительной техники и математических методов.

Предлагаемый метод трехстадийного, многошагового, с варьируемой глубиной и широтой поиска, корректируемого конструирования расписаний (метод перспективных направлений) дает основу для построения алгоритмов и программ, позволяющих решать в реальном масштабе времени задачу распределения оборудования многопрограммного телецентра в процессе выпуска ТВ передач по нескольким часовым поясам.

## Литература

1. Особенности задачи распределения оборудования телецентра для обеспечения многоярусного вещания / А. М. Горизонтов, Т. А. Горская, В. И. Лисогурский и др. — Техника кино и телевидения, 1986, № 10, с. 54—57.
2. Дектярев Ю. И. Методы оптимизации. — М.: Советское радио, 1980.

## Обмен опытом

УДК 771.531.35:620.178.152.341.4

# Модифицированный микротвердомер и методика определения микротвердости поверхности кинодокументов

А. И. СЕРЕБРЕННИКОВ, Л. А. ГРОМОВ, С. Е. ЧУКАЕВА (Научно-исследовательский центр технической документации СССР)

Кинодокументы являются ценными историческими материалами, в которых запечатлена информация о процессах развития нашего общества и достижениях национальной культуры народа. Задача архивистов — сохранить государственный кинофонд без ухудшения его фотографических, физико-химических и механических свойств [1]. Однако при архивном хранении кинодокументов указанные свойства основы и фотослоя изменяются [2, 3].

В качестве неразрушающего метода оценки степени изменений физико-механических свойств фотослоя и основы кинодокументов можно использовать метод измерения микротвердости их поверхности [4]. Микротвердость — широко используемая в лабораторной и производственной практике механическая характеристика твердых тел (в том числе кинофотоматериалов), определяемая сопротивлением микровдавливанию одного физического тела (индентора) в массу другого (испытуемого материала). Измерение микротвердости — самый быстрый и экономичный вид механических испытаний [5]. По микротвердости можно косвенно оценить степень изменения таких физико-механических свойств фотослоя и основы киноматериалов в процессе хранения, как предел прочности и относительное удлинение при растяжении, хрупкость, эластичность и другие [6]. Кроме того, микротвердость может в определенной степени характеризовать влагосодержание желатинового фотослоя, а также эффективность различных видов реставрационно-консервационной обработки кинодокументов, проводимой для продления сроков их жизни. Разработка метода контроля микротвердости кинофотоматериалов была предпринята еще в 60—70-х годах [7—10].

Основными способами, применяемыми для оценки микротвердости указанных материалов, были признаны статический, осуществляемый посредством вдавливания в испытуемый образец более твердого микроиндентора разной геометрической

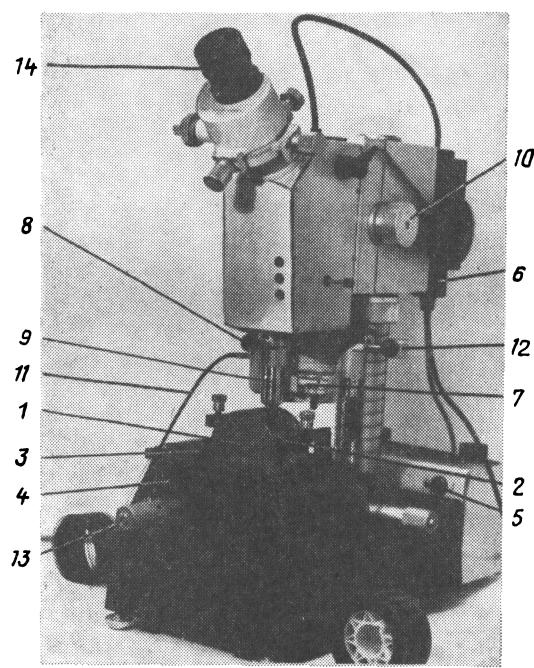
формы (например шарика, конуса, четырехгранной пирамиды), и динамический, осуществляемый методом царапания испытуемого материала алмазным или сапфировым индентором (в виде четырехгранной или трехгранной пирамиды). Получаемые на испытуемом материале отпечатки или царапины имеют размеры в несколько десятков микрометров.

Показатель микротвердости поверхности кинодокументов определяется на модифицированных отечественных микротвердомерах ПМТ-3 или ПМТ-5 конструкции Хрущева и Берковича [11] или импортных микротвердомерах.

### Методика определения микротвердости кинодокументов

Микротвердость кинодокументов (и других пленочных материалов) можно измерять на микротвердомере «Лейц Дуримет 2» фирмы «Хеллинг» (ФРГ), который дополнен специально разработанной приставкой, позволяющей проводить испытания как в статических, так и в динамических условиях. Благодаря модификации прибора улучшен способ заправки пленочных образцов, исключающий их коробление при испытании, создана возможность неразрушающего испытания кинодокументов на микротвердость. Общий вид модифицированного микротвердомера для измерения микротвердости кинодокументов представлен на рисунке.

Микротвердость поверхности кинодокументов (в статике или в динамике — склерометрическая) определяется в  $\text{Н}/\text{м}^2$  по длине диагонали отпечатка или ширине царапины, полученных от вдавливания в исследуемый материал под определенной нагрузкой в статике или в движении (ребром вперед) индентора Виккерса — четырехгранной алмазной пирамиды с углом при вершине между противолежащими гранями  $136^\circ$ . Перед испытанием рулон кинодокумента предварительно выдерживают в течение 24 ч в эксикаторе при относительной влажности воздуха  $65 \pm 5\%$  и температуре  $20 \pm$



**Общий вид модифицированного микротвердомера для неразрушающего измерения микротвердости кинодокументов**

±2 °С. Неразрушающее определение микротвердости поверхности документа осуществляют на расстоянии не менее 3 м от начала или конца рулона.

Участок кинодокумента, предназначенный для испытаний (желательно использовать межкадровый промежуток), не отделяя от остального рулона, закрепляют на приставке так, чтобы он огибал полуцилиндрический барабан 1 (см. рисунок) испытуемой поверхностью вверх. Образец 2 закрепляют сначала в правом зажиме 3, а после натяжения с помощью гири массой 500 г — в левом зажиме 3 (для обеспечения плотного прижима к барабану и исключения прогиба). Приставку с закрепленным образцом устанавливают на предметный столик 4. Тумблером 5 включают осветитель 6. На головку индентора 7 сверху помещают требуемый грузик. Затем с помощью рукояток 8 измерительный объектив 9 микроскопа устанавливают над верхней частью полуцилиндрического барабана с образцом и, вращая барабан 10, получают резкое изображение исследуемой поверхности. После этого рукоятками 8 поворачивают подвижную часть микроскопа влево до упора так, чтобы верхняя часть барабана 1 с образцом находилась под алмазным индентором. С помощью тросика 11 на поверхность образца под нагрузкой 0,05 Н опускают индентор и выдерживают в течение 30 с (время выдержки фиксируется переключением ин-

дикаторных лампочек). После окончания процесса вдавливания индентор убирают с поверхности образца винтом 12. Указанным способом получают пять отпечатков (или царапин) на образце, перемещая верхнюю часть предметного столика микрометренным винтом 13. Затем рукоятками 8 подвижную часть микроскопа поворачивают вправую сторону до упора так, чтобы объектив 9 оказался над образцом и полученные отпечатки (или царапины) появились в поле зрения окуляр-микрометра 14. Длина диагонали отпечатка (или ширина царапины) определяется при наблюдении в окуляр-микрометр суммой крупных делений измерительной сетки и мелких делений тонкой измерительной шкалы, укладывающихся на диагонали отпечатка или ширине царапины.

Микротвердость по Виккерсу (в статике или динамике) определяют как отношение нормальной нагрузки к условной площади контакта пирамиды по формулам [5]:  $H_V = 1854,4 \cdot 10^{10} P/d^2$  или  $H_V = 7417,6 \cdot 10^{10} P/N^2$ ;  $d = Nd_0$ ;  $H_{\square} = 3708 \times 10^{10} P/b^2$  или  $H_{\square} = 14832 \cdot 10^{10} P/N^2$ ;  $b = Nd_0$ , где  $H_V$ ,  $H_{\square}$  — микротвердость соответственно по Виккерсу и склерометрическая,  $H/m^2$ ;  $P$  — нормальная нагрузка,  $H$ ;  $d$  — длина диагонали отпечатка, м;  $N$  — сумма числа делений по двум измерительным шкалам;  $d_0$  — цена деления тонкой измерительной шкалы ( $5 \cdot 10^{-7}$  м);  $b$  — ширина царапины, м. Для расчета микротвердости по известным значениям  $P$ ,  $d$  и  $b$  используют специальные расчетные таблицы.

Показатель микротвердости поверхности кинодокумента находят по результатам испытаний рулона в двух местах (в начале и в конце рулона). Коэффициент вариации результатов испытаний кинодокументов на микротвердость равен 4...6%.

С помощью представленного модифицированного прибора определена микротвердость (в статике) фотослоя и нитроосновы 50-ти кинодокументов после естественного архивного хранения. Проведенные испытания подтвердили, что показатель микротвердости может характеризовать степень изменения физико-механических свойств фотослоя и нитроосновы кинодокументов в процессе хранения, происходящего вследствие вторичных физико-химических реакций разложения нитроосновы.

Рассмотренные прибор и методику определения микротвердости можно использовать для проведения научно-исследовательских работ с киноматериалами и магнитными лентами, а также для периодического контроля фотослоя и основы кинодокументов в процессе архивного хранения.

### Выводы

1. Дополнение микротвердомера специальной приставкой и предложенная методика позволяют определять микротвердость фотослоя и основы кинодокументов и других пленочных материалов

как в статических, так и в динамических условиях испытания.

2. Разработанная методика испытаний на модифицированном микротвердомере обеспечивает удовлетворительную воспроизводимость результатов (коэффициент вариации 4...6 %), что позволяет использовать этот прибор для оценки степени изменения физико-механических свойств фотослоя и основы кинодокументов в процессе длительного архивного хранения.

### Литература

1. Михайлов О. А., Гедрович Ф. А., Герасимова Э. В. Обеспечение сохранности кинодокументов на нитрооснове. — Советские архивы, 1981, № 3, с. 70—72.
2. Хранение фильмов. Консервация и реставрация фильмов. — Берлин: изд. Международной федерации киноархивов (ФИАФ), 1963, с. 14—18.
3. Руководство по распознаванию и устранению дефектов на фотокинодокументах и микрофильмах. — М.: изд. Всесоюзного научно-исследовательского института документоведения и архивного дела (ВНИИДАД), 1973, с. 11—12.
4. Прибор для определения микротвердости кинопленочных и фильмовых материалов / М. Б. Мирзон, А. И. Серебренников и др. — Труды НИКФИ, 1975, вып. 76, с. 73—82.
5. Мотт Б. В. Испытание на микротвердость микропрессированием. — М.: Наука, 1960, с. 10.
6. Новое в области испытаний на микротвердость / М. С. Кац, В. Р. Регель, Т. П. Сапфирова, А. И. Служекер. — М.: Наука, 1974, с. 54—62.
7. Caggol I. F., Paul I. O. Test Methods for Rating Abrasion Resistance of Photographic Film. — J. Phot. Sci. and Eng., 1961, 5, N 5, p. 288—296.
8. Метод определения абразивостойчивости фотографических пленок в процессе обработки. Стандарт США ANSI PH.4.35—1972.
9. Применение метода микротвердости для характеристики физико-механических свойств эфироцеллюлозных пленок / Г. И. Брагинский, А. М. Волынкин, А. М. Мордхилевич. — Труды ЛИКИ, 1963, вып. IX, с. 95—98.
10. Мотенева Ж. Ф., Фридман И. М. Абразивостойчивость некоторых полимерных пленок. — Труды НИКФИ, 1970, вып. 58, с. 57—69.
11. Хрущев М. М., Беркович Е. С. Приборы ПМТ-2 и ПМТ-3 для испытания на микротвердость. — М.: Наука, 1950, с. 53—65.



УДК 654.197

## Устройство сопряжения измерителя параметров ТВ сигналов К2-35 с малогабаритным цифропечатающим устройством МПУ16-3

В. К. ПОЗДНЯКОВ (Главный центр управления междугородными связями)

В настоящее время производственные службы системы Минсвязи СССР и Гостелерадио СССР оснащены измерителями параметров ТВ сигналов К2-35, имеющими возможность вывода информации на внешние устройства. Однако в связи с тем, что результаты измерения К2-35 выдаются в нестандартном последовательно-параллельном коде, совместная работа измерителя с распечатывающим устройством не представляется возможной.

Предлагаемое устройство сопряжения (далее по тексту — УС) позволяет осуществлять автоматическую цифропечать результата измерений на МПУ16-3, входящих в состав оборудования «Измерение-С», которым комплектуются службы контроля, а также в состав оборудования РТЦ третьего поколения.

УС, разработанное полностью на микросхемах

широкого применения серии К155, выполняет следующие функции:

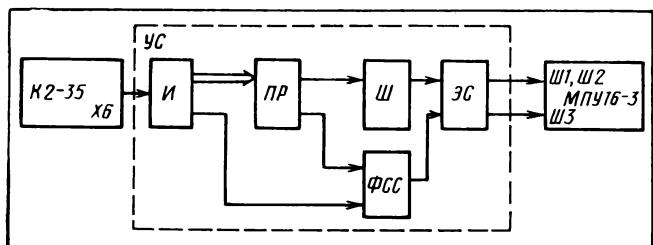
◊ преобразует последовательно-параллельный код, вырабатываемый измерителем К2-35, в четырехканальный код при параллельном вводе в МПУ16-3 информации;

◊ вырабатывает сигнал сопровождения информации (ИНФ. Б), необходимый для стробирования принимаемой печатающим устройством информации;

◊ программирует структуру распечатки строки;

◊ осуществляет согласование по выходу К2-35 и входу МПУ16-3.

Структурная схема устройства приведена на рисунке. С разъема X6 К2-35 цифровой код результата измерения и вида измеряемого сигнала

**Структурная схема устройства сопряжения:**

*И* — инверторы; *ПР* — приемные регистры; *Ш* — шифратор; *ЭС* — элементы согласования; *ФСС* — формирователь сигнала сопровождения

01	-01,2	14	-02,3
02	-00,5	15	+00,3
03	-04,5	16	+02,0
04	-01,0	17	+01,4
05	+64,8	18	-00,8
06	+55,4	19	+03,1
07	+27,4	20	+04,7
08	+02,8	21	-01,7
09	-02,0	22	-04,3
10	+01,6	23	-03,8
11	+13,1	24	+16,9
12	+03,3	25	+12,1
13	+15,3	26	+05,9

через инверторы поступает в приемные регистры, выполненные на D-триггерах. Приемный сигнал стробируется управляющими сигналами РПрРРПР и РПрКПВСП. Сигнал сопровождения информации с необходимыми для нормальной работы МПУ временными интервалами вырабатывается схемой формирования коротких импульсов (длительностью 5—7 мкс) по заднему фронту сигнала КИ43. В схеме предусмотрена блокировка от прохождения на МПУ сигнала сопровождения при отсутствии сигнала «Результат измерения», что исключает возможность ложных распечаток, например, при включении и выключении приборов данной системы.

Для согласования устройства по входу МПУ16-3 использованы микросхемы, имеющие открытый коллекторный выход. Наличие сигнала, поступающего на шины БП МПУ, соответствует низкому уровню напряжения (логический 0), отсутствие сигнала — высокому уровню (логическая 1).

Ниже представлен общий вид распечатки одного цикла измерения ТВ канала.

Из 16 разрядов одной строки используется семь, по остальным разрядам устройство запрограммировано на режим печати знака «пробел». Всего за полный цикл измерения производится распечатка 26 строк. Нумерация измеряемых параметров

соответствует их нумерации в измерителе К2-35. Конструктивно УС выполнено в виде малогабаритной приставки к МПУ16-3, однако оно может быть установлено в блоке № 13 МПУ, специально предназначенном для размещения схем согласования входных сигналов.

Процесс управления системой цифропечати прост. После включения всех приборов и подготовки ТВ канала для измерений К2-35 нажатием клавиши «ЭВМ» МПУ16-3 переводится в режим готовности к автоматической печати, а после нажатия кнопки «ЦИКЛ» прибора К2-35 система автоматически измеряет параметры ТВ сигнала с одновременной распечаткой результата измерений. Аналогично (нажатием соответствующих кнопок на панели управления К2-35) можно производить выборочную распечатку любого параметра в любой последовательности.

Макетный образец устройства сопряжения в 1986 г. прошел опытную эксплуатацию в аппаратной контроля и коммутации ТВ программ ГЦУМС Минсвязи СССР. Это устройство не представляет сложности в изготовлении в условиях любого производственного подразделения (содержит всего 18 недефицитных и недорогих микросхем), правильно выполненном монтаже не требует настройки, надежно в эксплуатации и может быть рекомендовано для внедрения в системе ГКТР..



## Новые книги

Астахов В. М. Стереофонический усилитель.— М.: Радио и связь, 1985.— 38 с.— Библиогр. 8 назв.— (Массовая радиоб-ка; Вып. 1091).— 20 коп. 60 000 экз.

Представлены схема и конструкция высококачественного стереофонического усилителя с малыми гармоническими и интермодуляционными искажениями и линейной фазочас-

тотной характеристикой в широком диапазоне частот.

Богданович Б. М., Бачило Л. С. Проектирование усилительных устройств: Учебн. пособие для вузов.— Минск: Вышш. школа, 1985.— 237 с.— Библиогр. 8 назв.— 60 коп. 5500 экз.

Рассмотрены современные методы

проектирования сложных широкополосных многокаскадных усилительных структур на основе системотехнического подхода. Изложены принципы проектирования по критериям стабильности, линейности и чувствительности и вопросы многофакторного синтеза. Приведены сведения о машинном проектировании и программы расчетов на ЭВМ.

УДК 778.535.7:654.197

## **Формирование и передача субтитров в телевизионном вещании**

В телевизионных программах значительное место занимает формирование на экране различных надписей, титров и субтитров, существенно расширяющих информационные и художественные возможности телепередач. На телецентрах сигналы субтитров формируются знакогенераторами, системами знакогенерации и датчиками титров с телекамерами. Несколько зарубежных систем подготовки титров и субтитров рассматриваются в настоящей статье.

Система знакогенерации «Видифонт Марк IV» фирмы «Томсон ЦСФ» (Франция), используемая в нашей стране, имеет достаточно широкие возможности для формирования текстов на телезэкране [1]. В ее состав входят монтажный клавишный пульт, адресный пульт, блок управления воспроизведением, который фактически является знакогенератором, и блок раскрашивания титров и введения их в ТВ сигнал программы (рис. 1).

С помощью монтажного пульта нужный текст формируется и редактируется. Адресный клавишный пульт содержит органы управления запоминающим устройством с накопителем на гибком магнитном диске (НГМД). С его помощью осуществляются режимы записи и считывания знаковой информации, выведение текстовой страницы на дисплей для контроля, оконтуривание знаков для большей заметности на фоне изображения, а также режим мигания знаков.

Блок управления воспроизведением генерирует сигналы для отображения знаков на экране мониторов. В блок раскрашивания сигналы из блока управления поступают в виде сигналов R, G, B. В этот же блок вводится сигнал оконтуривания знаков. В блоке раскрашивания титров происходит окрашивание знаков в один из восьми цветов (включая белый и черный) и замешивание текста в ТВ сигналвещательной программы, который подводится к этому блоку. В комплект «Видеонгonta» входит набор НГМД с заранее записанными на них шрифтами.

Перед началом работы оператор выбирает НГМД с нужным шрифтом и «проигрывает» его в аппаратуре, после чего в запоминающем устройстве системы знакогенерации окажутся записанными нужные шрифты. Одновременно в систему можно записать и использовать для составления текстов два набора шрифтов. В случае необходимости замена шрифтов производится повторным проигрыванием НГМД с нужным шрифтом.

При составлении титров в распоряжении оператора имеются два набора из 128 знаков. Сюда включаются 96 строчных и прописных букв, числа, знаки пунктуации, специальные символы. Формат воспроизведения может изменяться от одного до 16 рядов. Каждый ряд может содержать от одного до 64 знаков; максимальное число зависит от шрифта и используемого знака. Расстояние между рядами от двух до 32 телевизионных строк. Воспроизводимый текст может перемещаться по вертикали. Есть режим бегущей строки справа налево по гор-

ризонтали. Возможно использование восьми скоростей перемещения. Движение в обоих направлениях может быть прервано на какой-либо промежуток времени, а затем опять начато со старой или новой скоростью.

Подготавливаемая информация записывается в запоминающее устройство с НГМД. На одном НГМД может быть записано 192 тысячи знаков, т. е. 6000 рядов знаков, в среднем по 32 знака в ряду. При необходимости в системе могут быть использованы два запоминающих устройства с НГМД. Отдельные короткие записи могут воспроизвестись в любой части экрана. Тексты, записанные в запоминающем устройстве с НГМД, отображаются на экране или отдельными страницами, или перемещением по вертикали, или в виде бегущей строки по горизонтали.

Близко по возможностям и функционированию к «Видифонту» знакогенерирующее оборудование «Астон-2» (английской фирмы «Астон»), в запоминающее устройство си-

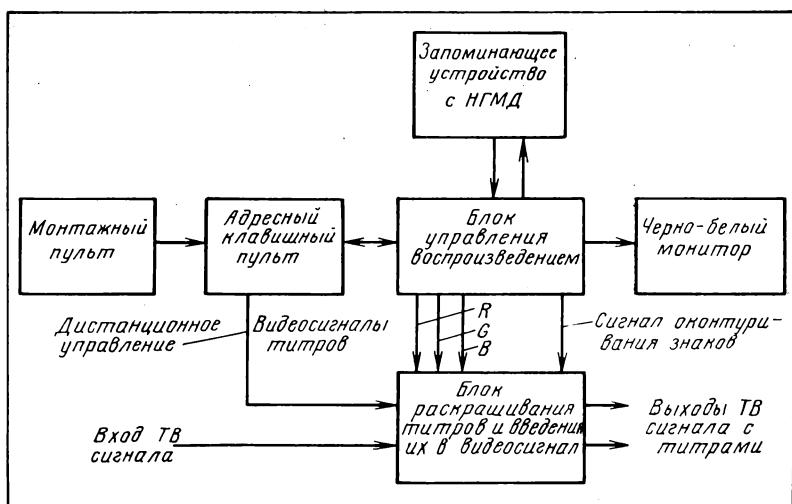


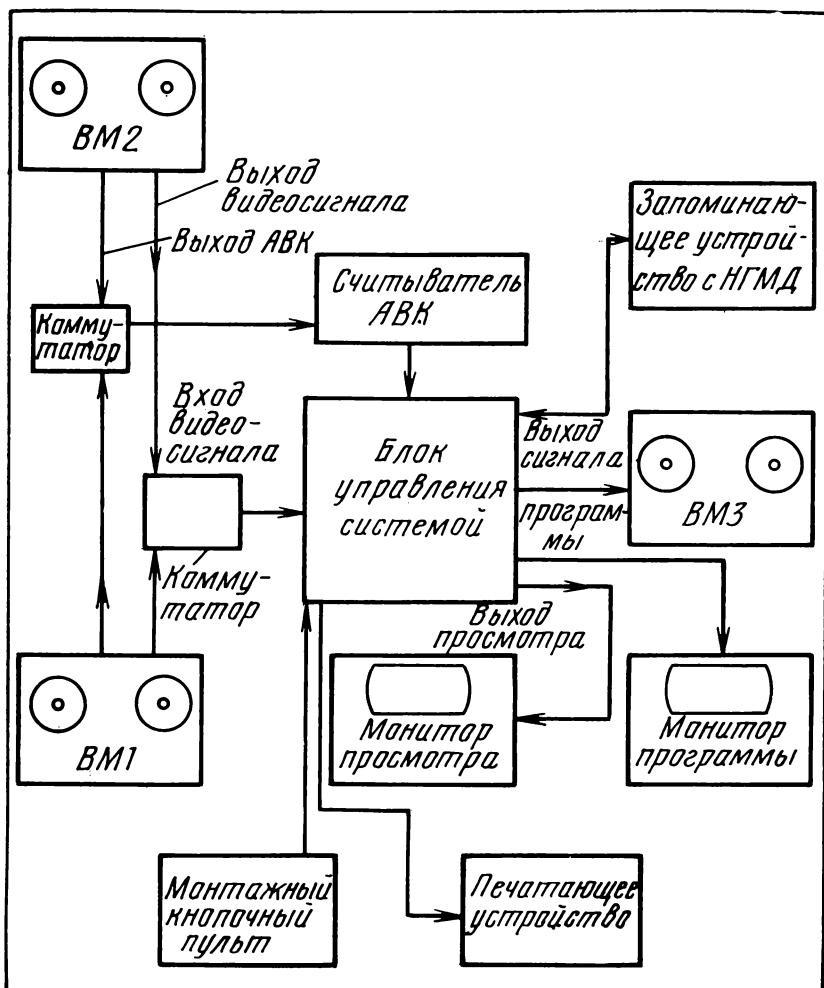
Рис. 1. Схема системы «Видифонт Марк IV»

стемы могут быть введены сразу четыре шрифта, которыми может пользоваться оператор [2]. Надписи и титры, которые, например, указывают фамилию исполнителя и название исполняемого им произведения, обычно вводятся в ТВ сигнал без предварительной подготовки. Они печатаются на клавиатуре звукогенератора или подаются с титровой камеры и вводятся в сигнал. Для создания субтитров, сопровождающих передачи при международном обмене программами или для зрителей с ослабленным слухом, используется специальная аппаратура. Она позволяет сформировать необходимый текст и ввести его в устройство памяти с цифровыми кодами, определяющими время введения и окончания субтитра в программе. Обычно субтитры записываются с адресно-временным кодом (АВК) на магнитные диски. Когда необходимо воспроизвести программу совместно с субтитрами, аппаратура автоматически замешивает субтитры в сигнал в нужные моменты времени синхронно с содержанием передачи. В качестве сигналов синхронизации используются АВК.

Рассмотрим две такие системы формирования субтитров для телепрограммы, записанной на магнитную ленту. На рис. 2 представлена структурная схема подсистемы формирования субтитров, которая входит в систему ТВ знакогенерации «Наборщик-1» корпорации «Фернзее», ФРГ [3]. Она состоит из основного блока управления, в который входят микро-ЭВМ, устройства долговременной памяти с НГМД и необходимые интерфейсы; считывателя АВК; двух воспроизводящих (ВМ1 и ВМ2) и одного записывающего (ВМ3) видеомагнитофонов; пульта оператора с алфавитно-цифровой и функциональной клавиатурой; двух мониторов и буквопечатающего устройства; переключающего устройства, осуществляющего подключение к управляющему устройству ВМ1 или ВМ2.

В качестве одного из видеомагнитофонов воспроизведения (ВМ1) применяется кассетный видеомагнитофон с магнитной лентой 18 мм. Он служит для воспроизведения программы по копии основной магнитной ленты аналогично режиму электронного монтажа видеофонограмм «по копиям». ВМ2 используется для воспроизведения магнитной ленты с оригиналом программы.

Работа по составлению субтитров начинается с составления списка эпизодов программы. Для каждого из них набираются субтитры, для чего используется монтажный пульт «Наборщика-1». Субтитры записываются в устройство памяти с НГМД.



**Рис. 2. Схема системы формирования субтитров «Наборщик-1»**

совместно с номером эпизода, к которому он относится. На одном НГМД хранится до 2000 субтитров средней длительности (60 знаков) и до 2400 номеров эпизодов программы. Число эпизодов превышает число субтитров, т. к. один субтитр может относиться к нескольким эпизодам.

После того как субтитры записаны на НГМД, начинается второй этап работы, в течение которого отмечается время начала и окончания каждого субтитра с использованием АВК, записанных на магнитной ленте совместно с видеосигналом программы телевидения. Включается ВМ1, воспроизводящий копию программы, которую необходимо сопроводить субтитрами, и на просмотровом мониторе воспроизводится изображение телепрограммы, АВК воспроизводимого кадра, следующий

субтитр, номер его эпизода и слово «следующий». Наличие этого слова означает, что если нажать на соответствующую кнопку на пульте, то на магнитный диск запишется АВК текущего кадра просматриваемого эпизода программы, т. е. время введения данного субтитра. После этого на экране появляется надпись «Включено», т. е. сообщается, что записывается текст субтитра. В тот момент, когда по мнению оператора передача субтитра должна закончиться, он нажимает на кнопку пульта, обеспечивающую запись АВК кадра телепрограммы, воспроизводимого в этот момент времени. На втором мониторе воспроизводится только изображение программы.

Для введения сформированных субтитров в сигнал программы перечень эпизодов на магнитном диске

устанавливается на первом эпизоде и включаются воспроизводящий программу ВМ2 и видеомагнитофон записи ВМ3. После этого система автоматически записывает все субтитры в программу на ВМ3 в размеченные моменты времени с точностью  $\pm 1$  кадр. Если один субтитр должен следовать сразу же за предыдущим, то устройство знакогенерации введет между ними задержку в пять кадров, т. е. на интервал, соответствующий времени доступа в дисковую память.

Описанной системе подобна по возможностям и функционированию аппаратура знакогенерации и субтитрирования «Диджиквест 8000» фирмы «Тор Сим» (Норвегия) [4]. Знакогенератор «Астон-З», представляющий собой дальнейшее развитие «Астон-2», также позволяет работать с АВК. Для этого к «Астону-З» придается дополнительный блок, который может служить интерфейсом с монтажной аппаратурой для записи субтитров с АВК.

Система «Наборщик-1» осуществляет формирование субтитров по геометрическому принципу расположения в кадре. Например, субтитр составляется из двух строк по 30 знакомест на одну строку. Текст на изображении система размещает автоматически в выбранном месте экрана. Место выбирается по принципу создания меньшей помехи для зрителя и наилучшей читаемости.

Однако известно, что если строки, составляющие титры, заканчиваются в местах, совпадающих с концами фразы и смысловых групп предложений, то читаемость титров улучшается. В связи с этим в Англии разработана аппаратура «Ньюфор», осуществляющая лингвистический анализ текста и его разделение по строкам в соответствии со смысловыми группами [5]. Многие операции в этой системе автоматизированы. Оператор только набирает на клавиатуре пульта текст титра, а анализ на смысловые группы, разделение на строки, размещение на экране автоматические. Это в два раза сокращает время на создание субтитров.

Схема «Ньюфор» представлена на рис. 3. В ее состав входят микро-ЭВМ с долговременной памятью с НГМД; считыватель АВК; клавиатура для печатания текста и команд с монтажным пультом; генератор сигнала текста для замешивания субтитров в ТВ сигнал; видеомагнитофон; цветной и черно-белый мониторы.

При работе аппаратуры видеомагнитофон вырабатывает ТВ сигнал, который подается на генератор сигнала текста, и адресно-временной код, подводимый к блоку считывания этого кода. На цветном мо-

ниторе воспроизводится изображение программы, а на черно-белом — формируемый субтитр и команды (для размещения текста в нужном месте, для выбора цвета текста). Составляя субтитр, оператор печатает его текст, не отмечая концов строк, и задает параметры его воспроизведения (цвет, место расположения на экране). Затем оператор нажимает на кнопку «Конец субтитра» и ЭВМ автоматически выполняет следующие операции:

анализирует текст;

разделяет текст на строки в соответствии с лингвистическими и геометрическими критериями;

размещает субтитр в нужном месте экрана, как определено оператором;

подсчитывает время воспроизведения субтитра на экране;

вводит команды для цвета и определенной окантовки субтитра, например окантовка прямоугольником определенного цвета;

воспроизводит титры на цветном мониторе и накапливает их в НГМД;

изменяет цвет фона субтитра (в черный или белый) с сохранением цвета букв, если различимость текста ухудшается.

Текст субтитров накапливается в

памяти с НГМД или может сразу же замешиваться в ТВ сигнал.

Субтитры с изображением программы синхронизируются АВК, считываемым с видеоленты. Каждому субтитру приписывается АВК, определяющий точку введения субтитра в программу и продолжительность его воспроизведения на экране. Удобное время воспроизведения подсчитывается автоматически для одной из скоростей чтения — 30, 60, 90 или 120 слов в минуту. Скорость считывания вводится в память микро-ЭВМ перед формированием субтитров. Запись соответствующего АВК осуществляется, когда оператор нажимает на кнопку введения субтитра в НГМД.

При воспроизведении программы, записанной на видеомагнитофон, субтитры вводятся в ТВ сигнал автоматически, как и в «Наборщике-1». Если оператору необходимо изменить какой-либо субтитр или отдельное слово, он может запросить его через клавиатуру монтажного пульта. Нужный текст появится на экране черно-белого монитора и оператор может смонтировать этот текст. Нужный субтитр выбирается достаточно быстро, т. к. НГМД — устройство памяти с производным доступом, при котором возможно

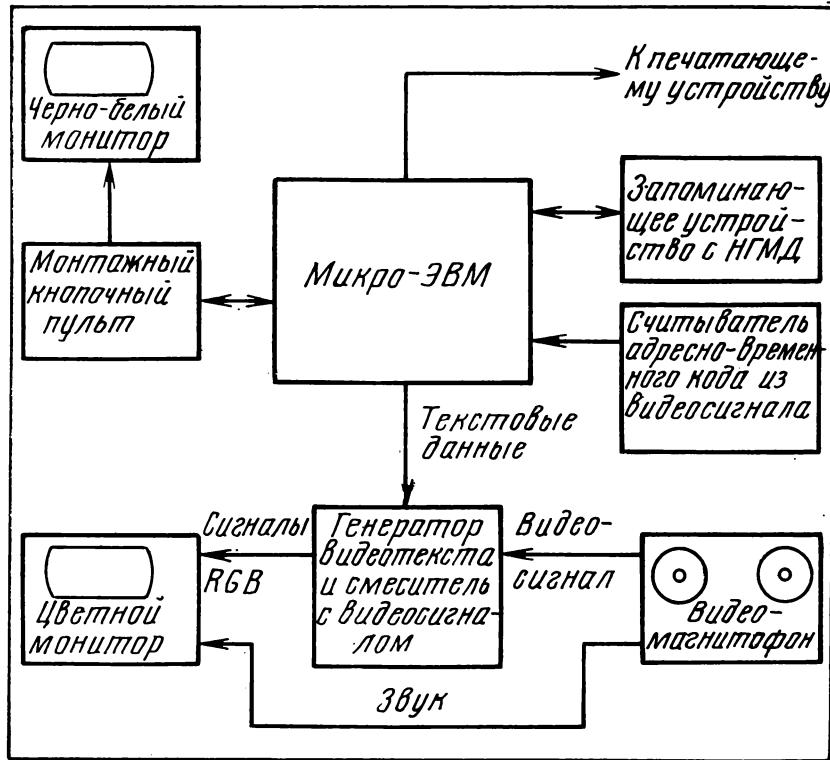


Рис. 3. Схема системы «Ньюфор»

обращение непосредственно к любому из элементов, хранящемуся в памяти. При монтаже текста оператор работает с той же клавиатурой, что и при создании субтитра. После внесения изменений субтитр может быть опять введен в ранее использованную область памяти.

В системе предусмотрена возможность введения приращения или уменьшения АВК на значение, кратное пяти кадрам, и возможность полной замены АВК, т. е. изменение времени введения субтитра в ТВ сигнал. С помощью «Ньюфор» субтитры могут формироваться для непосредственной передачи в эфир. При этом гарантируется высокое качество, т. к. система обеспечивает автоматическую обработку и введение субтитров в сигнал. Для этого оператору необходимо только быстро печатать текст субтитров (60—70 слов в минуту), которые обычно готовятся заранее. Напечатав текст, оператор нажимает на кнопку передачи субтитра, а все остальные операции система выполняет автоматически.

Кроме рассмотренных специализированных систем знакогенерации формирование различных надписей может осуществляться и системами видеографики [6], которые получают все более широкое распространение для художественного оформления телевизионных передач. Эти системы, основанные на использовании запоминающего устройства на один или несколько кадров телевизирования, обладают очень широкими возможностями. Текстовая и графическая информация формируется не только при помощи клавиатуры, но и с помощью электронного планшета. Рисуемая на таком планшете информация отображается на экране монитора, что позволяет формировать тексты с самыми разнообразными шрифтами и с любым графическим оформлением.

Основная задача систем видеографики — формирование графических рисунков, живопись, изменение отдельных деталей и их цвета в уже сформированных ТВ изображениях и мультипликация. Поэтому развитие видеографики не исключает необходимость создания специализированных систем формирования титров и субтитров.

Все сказанное ранее касается формирования субтитров на передающей стороне. После завершения формирования субтитров они замешиваются в активную часть кадра и непосредственно воспроизводятся на экране вместе с изображением. Однако такой способ передачи имеет ограниченное применение. Если передавать субтитры таким способом по основным программам, то подавляющая часть зрителей воспримет их как помеху изображению.

Поэтому для международного обмена программами и для расширения числа передач, которые могут смотреть зрители с ослабленным слухом, сейчас во многих странах используется скрытая передача субтитров по каналам телетекста [7—12]. В такой системе текстовая и графическая информация в виде цифровых кодов передается в течение нескольких строк гасящего импульса полей. Поэтому она не воспроизводится на экране при обычном просмотре программ телевидения. Для воспроизведения субтитров необходим специальный декодер, который или прилагается к телевизору в виде приставки или встраивается в него.

Обычную справочную информацию в службах телетекста отображают в виде отдельных страниц, каждая из которых может быть воспроизведена на экране телевизора. Под страницей понимают изображение одного ТВ кадра со справочной информацией. Отдельные страницы собирают в журналы, содержащие не более 100 страниц каждый. При этом используют циклическую передачу страниц журнала, т. е. вслед за последней вновь следует первая страница. Время передачи всего журнала, состоящего из 100 страниц, примерно 20 с при использовании для передачи сигналов телетекста двух ТВ строк во время гасящего импульса полей. Субтитры для сопровождения программ передаются в основном с помощью того же оборудования, что и для обычной информации телетекста, во время тех же строк гасящего импульса полей.

В режиме субтитров аппаратура работает при обычном телетексте, но передача субтитров не циклическая. Вместе селекции каждой страницы отдельно зритель выбирает единственную субтитровую страницу, набирая определенный номер журнала и страницы на пульте управления. Далее приемник автоматически воспроизводит и стирает субтитры в нужное время.

Поскольку субтитры, передаваемые по каналу телетекста, связаны с телепрограммой и воспроизводятся в определенное время вместе с изображением этой программы, перед каждым субтитром передается определенный код, который является кодом записи и номера субтитра. Если в приемном устройстве выделяется этот код, то субтитр, следующий за ним, записывается в память. Когда субтитр должен быть воспроизведен на экране, передается другой код — код воспроизведения. Таким образом, информация субтитра поступает в канал передачи с некоторым опережением. Это позволяет, во-первых, передать несколь-

ко вариантов текста субтитра, например на нескольких языках. После приема кода воспроизведения на экране появится тот вариант субтитра, который заранее выбран зрителем.

Во-вторых, режим заблаговременной передачи текстовой информации обеспечивает мгновенное ее воспроизведение при передаче кода воспроизведения, если по каналу телетекста передаются не только субтитры, но и несколько основных журналов телетекста. В этом случае могло бы потребоваться определенное время ожидания записи и воспроизведения субтитра после передачи кода воспроизведения. Текст субтитра с экрана стирается после передачи кода стирания.

Телевизионные передачи со скрытыми субтитрами выпускаются во всех странах, где имеются службы телетекста. Во Франции, где используется система телетекста «Антиоп», программы с субтитрами передаются по трем программам (TF1, Antenne-2 и FR3) по 10 ч в неделю для зрителей с плохим слухом, которые составляют 7 % населения страны — 3,5 млн. человек. По программе Antenne-2, которая является пионером в этой области, в 1985 г. передавалось 5 ч программ с субтитрами. Во время популярных передач, например спортивных, объем вещания с субтитрами увеличивается. Над субтитрированием в Antenne-2 работают два человека, которым предоставлено два полных набора оборудования. Каждый из них специализируется по определенным передачам. Эти работники — журналисты, которые хорошо знают тематику своей работы и оборудование и обучены быстро составлять и печатать титры.

Типовой центр для субтитрирования программ располагает обычно следующим оборудованием:

два автономных пульта системы «Антиоп» с кассетным 18-мм видеомагнитофоном для монтажа субтитров по копиям видеоленты;

один пульт системы «Антиоп» для непосредственного монтажа и выпуска в эфир субтитров;

устройство для накопления, синхронизации и передачи закодированных субтитров;

устройство замешивания данных в ТВ сигнал («Дидон»);

два студийных видеомагнитофона: один для воспроизведения, второй для записи.

Если субтитры подготовлены заранее (аналогично электронному монтажу по копиям), то вещание осуществляется автоматически со считыванием адресно-временного кода из воспроизводимой видеоленты.

В США вещание со скрытыми субтитрами и использованием аппара-

туры телетекста осуществляется по сетям ABC, NBC и PBS; на январь 1983 г. у населения было 70 тыс. декодеров телетекста. В настоящее время их число значительно возросло. Каждую неделю вещается более 40 субтитрованных программ. Уже много лет такое вещание осуществляется в Англии, родине телетекста, и в Австралии, где используется английский телетекст. В Австралии вещание со скрытыми субтитрами составляет более 20 ч в неделю.

## Заключение

В последние годы разработаны совершенные системы монтажа и выпуска субтитров для сопровождения телевизионных передач. Они позволяют подготовить субтитры с высокой скоростью и с использованием адресно-временных кодов для синхронизации с телепрограммой.

Для передачи субтитров широко используются системы телетекста, позволяющие передавать программы с субтитрами в эфир без помехи для обычного зрителя, так как для ото-

брания таких субтитров нужна специальная приставка к телевизору, выделяющая сигналы телетекста и выводящая их на экран телевизора. Такая скрытая передача субтитров позволяет расширить число передач для зрителей с плохим слухом и осуществить вещание с субтитрами на нескольких языках, что, в частности, предполагается широко использовать для международного обмена телепрограммами.

## Литература

1. Vidifont Mark IV. Проспект фирмы Thomson CSF.
2. Character generator Aston-2. Проспект фирмы Aston.
3. Subtitling Option for Compositor-1. Проспект фирмы Fernseh Inc.
4. Subtitling system Digitext 8000. Проспект фирмы Tore Seem A/S.
5. Lamburigne A. D. et al. Towards economic subtitling 13th Int. TV Symposium Montreux, Symposium Record Systems sessions.
6. Агаджанян Э. К., Быков В. В. Видеографика в телевизионном вещании. — Техника кино и телевидения, 1985, № 10.
7. Report 802-1. Additional broadcasting services using a TV or narrow-band channel. — CCIR. Conclusions of the interim meeting of study group 11. Part 1.
8. Draft study programme AM/11. Intern. exchange of captioning material for TV programmes. — CCIR. Conclusions of the interim meeting of study group 11. Part 1.
9. Subtitling of TV emissions by the Antiope teletext System. — Doc.11/304-E, 1981.
10. Didon — Antiope. Technical specification for L standard, 1984 Telediffusion de France.
11. North American broadcast teletext specification. — Engineering and development department. CBS TV Network, 1981.
12. Быков В. В., Бушанский Ф. Р. Система японского телетекста. — Техника кино и телевидения, 1984, № 11.

В. В. БЫКОВ, А. Г. СЛОБОДНИК



## Телевидение

УДК 621.397.61

**Видеокамера на ПЗС-преобразователях**, проспект фирмы Sony.

Началось производство новых видеокамер Betacam BVW-105/105P (стандарты NTSC и PAL) для видеожурналистики. Исследования и разработки фирмы в области ПЗС преобразователей свет-сигнал и опыт создания камер ВЖ привели к появлению высококачественной камеры на ПЗС-преобразователях. В телекамере BVP-5 использованы три 18-мм ПЗС-преобразователя, обеспечивающие высокие качество вещательного сигнала и чувствительность. Она соединена со стандартным видеомагнитофоном Betacam BVV-1A. У видеокамеры BVW-105 высокая надежность и мобильность благодаря использованию твердотельных преобразователей, легкости блока ПЗС, компактной и полностью сбалансированной конструкции. В ней осуществляется автоматическое управление диафрагмой, автоматический баланс белого и черного, не нужна регулировка совмещения, ис-

пользован новый 4-см видоискатель. Основные характеристики BVP-5: номинальная освещенность на объекте 2000 лк при  $\text{Ø}=1:5,0$  (PAL), отношение сигнал/шум 58 дБ (NTSC) и 55 дБ (PAL), разрешающая способность (по горизонтали) 550 твл, точность совмещения 0,05 % во всех зонах, геометрические искажения менее 1 %, масса 3,2 кг вместе с видоискателем, потребляемая мощность 10,5 Вт (с видоискателем).

О. Т.

УДК 621.385.832.7

**Цветной кинескоп для ТВ систем высокого разрешения**, Sizuki J., Taiga E. J. Inst. Telev. Eng. Jap., 1985, 39, № 12.

На выставке в Цукуба в центре внимания раздела «Электроника будущего» оказался 100-см масочный кинескоп с отклонением 90° и размером изображения на экране 830 × 490 мм — самый большой в мире и первый для телевидения высокой четкости. Трубка фирмы Matsushita предназначена для видеомониторов,

дисплеев и ТВ приемников со стандартом разложения 1125 строк/50 кадров, форматом кадра 5 : 3 и полосой видеоканала 30 МГц.

Специально разработаны цельностеклянная колба длиной 775 мм с горловиной диаметром 36,5 мм, теневая маска площадью 3950 см<sup>2</sup> с шагом отверстий 0,46 мм, электронно-оптическая система с дельтавидным расположением трех пушек (режим питания 6,3 В, 0,57 А).

Стандартный трехцветный экран P22 с мозаикой люминофорных точек диаметром 240 мкм при возбуждении в режиме 32 кВ, 600 мкА обеспечивает яркость до 150 кд/м<sup>2</sup>. В центре растра со строчной частотой 33,716 кГц разрешающая способность трубы 1200 твл при ослаблении контраста мелких деталей на 10—12 дБ. Масса кинескопа с рамочной взрывозащитой 90 кг. Приведена полная структурная схема обеспечивающих электронных цепей с цифровым сведением трех пучков и стабилизацией размеров растра.

И. М.

УДК 621.846.7:621.397

**Цифровой видеомагнитофон ТВЧ,**  
IEE, 1986, 23, № 229; Funkschau,  
1985, № 5.

Фирмой Sony разработан цифровой видеомагнитофон, который позволяет записывать и воспроизводить информацию со скоростью потока 1 Гбит/с, что вполне достаточно для записи сигналов телевидения высокой четкости (ТВЧ). Компания NHK разрабатывает для ТВЧ весь комплекс аппаратуры от источников сигналов до бытовых телеприемников; одним из аппаратов является новый цифровой видеомагнитофон. Реализуемый поток информации достаточен для того, чтобы обходиться без сложных устройств сокращения избыточности, что в свою очередь способствует достижению основной цели создания ТВЧ — существенному повышению качества воспроизведения изображений.

Полоса пропускания, требуемая для ТВЧ, в пять раз больше, чем для обычного ТВ сигнала. Для охвата всей полосы пропускания при записи на 25,4-мм металлопорошковой ленте одновременно записываются сигнал яркости и два компонента сигнала цветности. Альтернативной может быть применение техники сжатия полосы пропускания, но еще не решены проблемы получения высококачественных изображений. В системе весь цифровой поток разделяется и записывается по 8 каналам, в каждом из которых проводится цифровая обработка сигналов параллельно работающими процессорами. 8-канальная головка вращается со скоростью 7200 об/мин, скорость движений ленты 80,5 см/с, максимальная длительность непрерывной работы одной кассеты 90 мин. В новом видеомагнитофоне применяется код коррекции ошибок. При перезаписи или монтаже видеофонограмм качество изображений практически не снижается. Сигналы с 8-канальной головки на процессор передаются по волоконнооптической линии. На входе и выходе используются цифровые терминалы. Отношение сигнал/шум 58,8 дБ. Сигнал записывается с импульсно-кодовой модуляцией; система модуляции записи со скремблированием. В каждом из 8 каналов возможна запись ТВ сигналов ныне действующих стандартов.

Т. Н., И. Г.

УДК 681.846.7:621.397

**Видеомагнитофоны с цифровой записью звука,** Хосо гидзюцу, 1986, 39, № 5.

Разработаны студийные видеомагнитофоны для 25,4-см ленты BVH-2800 и 2830. Их особенностью

является цифровая запись звука, впервые принятая в видеомагнитофонах с лентой 25,4 мм. Эти аппараты взаимозаменяемы с другими ВМ серии BVH и имеют такие же монтажные функции. Высокая корректирующая способность (460 выборок) обеспечивает высокую надежность при выдаче непосредственно в эфир. Возможна дискретизация с тремя частотами 48,0; 44,1 и 44,056 кГц. Принято 16-уровневое линейное квантование. Кодирование канальное блочным кодом 8—10. Возможно включение и отключение предкоррекции. Минимальная длина волны записи звука 2 мкм. Вход и выход цифрового сигнала соответствуют форматам AES и EBU. Частотная характеристика равномерна в диапазоне 20 Гц — 20 кГц, коэффициент нелинейных искажений 0,05 %, перекрестные помехи —85 дБ, динамический диапазон 90 дБ, размеры 570×680×588 мм, масса около 70 кг.

Ф. Б.

УДК 621.397.61

**Плазменный дисплей,** Broadcast Systems Eng., 1986, 12, № 4.

Фирма Thomson CSF разработала плазменный дисплей TH 7617, отличающийся высокой плотностью расположения элементов воспроизведимого изображения. В дисплее применены интегральные высоковольтные возбудители. Он может заменить обычный видеомонитор с ЭЛТ особенно в тех случаях, когда важно экономно использовать пространство, или же необходимо воспроизводить высококачественные графические изображения. Интегральные задающие схемы выполнены по технологии Bi-MOS-100; каждая из них адресуется к 32 электродам панели через отдельные высоковольтные выходы. Дисплей обеспечивает воспроизведение изображений с 1024×1024 элементами и частотой до 32 кадр/с. Корпус одной ИС рассеивает мощность не более 350 мВт. Полезная площадь экрана 307 см<sup>2</sup>, разрешающая способность 33 твл. Поскольку отсутствуют искажения на краях дисплея, гарантировано точное и весьма подробное воспроизведение, что особенно важно, когда речь идет об изображениях электронной графики. Средняя яркость экрана больше 150 лк/м<sup>2</sup> (при опорной частоте 50 Гц), а использование технологии алюминиевых электродов обеспечивает хорошую контрастность, усиленную применением встроенного оптического фильтра. Мерцания отсутствуют, угол зрения 160°. Освещение экрана оранжево-красное. Интервал рабочих температур —10...+55 °C.

Т. Н.

УДК 621.397.61

**Системы накопления неподвижных ТВ изображений,** проспект фирмы Rank Cintel, 1986.

Выпускаются системы накопления, хранения и воспроизведения неподвижных ТВ изображений Slide File, Gallery 2000.

Slide File — автономная транспортабельная система, способная накапливать до 400 кадров. Система может использоваться при подготовке и выпуске программ как в студии, так и ПТС. Источниками изображений могут быть любые источники ТВ сигнала — телекамеры, видеомагнитофоны, телекинопроекторы. По требованию заказчика к системе прилагается дополнительный блок, обеспечивающий ряд видеоэффектов: сжатие и увеличение изображения, перемещение его по экрану, вращение вокруг вертикальной оси, подрезание, рирпроекцию, окрашивание фона в различные цвета.

Slide File состоит из простого в обращении пульта управления с клавиатурой, соединенного с отдельным электронным блоком, накопителя изображений с Винчестерским магнитным диском и блока записи изображений на магнитную ленту (для длительного хранения). Накопитель на магнитном диске позволяет записать до 340 изображений, а блок с магнитной лентой — 72. Поиск изображения на ленте занимает от 0 до 15 мин, а его передача 12 с.

Система Art File, работающая совместно с Slide File, обеспечивает для оператора возможность рисовать цветные изображения и ретушировать уже готовые кадры. Рисование осуществляется при помощи электронного планшета с электронным пером. Возможно смешивание цветов и использование цвета из любого участка оригинального изображения. При помощи электронного пера цветные линии могут наноситься как бы рисуемые различными карандашами или кистями. Точность нанесения линии на планшете примерно ±0,25 мм при чувствительной рабочей поверхности электронного планшета 51×51 см, т. е. точность выше одного элемента изображения.

Система Gallery 2000, разработанная фирмой Logica, представляет собой набор оборудования для накопления неподвижных изображений и воспроизведения их с видеоэффектами и необходимыми цветовыми изменениями и дополнениями. Она включает два набора оборудования Picture File (модернизация Slide File) и дополнительные блоки накопления изображений на Винчестерском магнитном диске и на двух оптических дисках. Каждый из оптических дисков может хра-

нить до 1000 неподвижных телекадров.

В. Б.

УДК 621.397.61

**Накопитель неподвижных телевизионных изображений**, Broadcast Eng., 1986, 28, N 2.

Фирма Harris выпускает комплекс аппаратуры Iris II для записи, хранения и воспроизведения неподвижных ТВ изображений, позволяющий работать одновременно шести операторам — сотрудникам телевидения, специализирующимся в об-

ласти спорта, новостей, службы погоды. Каждый из операторов имеет доступ к 21 тысяче кадров через терминал, состоящий из дисплея с клавиатурой. Любое из хранящихся изображений может быть вызвано из памяти набором на клавиатуре его номера или описанием этого изображения. Предусмотрена возможность знакогенерации, сжатия и перемещения изображения в пределах раstra, увеличение отношения сигнал/шум цифровой обработкой ТВ сигнала.



## Съемка и проекция кинофильмов

УДК 778.534.7

**Трюковые и комбинированные киносъемки**, Giese R. Fernseh- und Kino-Technik, 1986, ч. 1, № 4; ч. 2, № 5; ч. 3, № 6.

В первой части обзорной статьи отмечается сравнительно малое применение в современных кинофильмах ФРГ трюковых и комбинированных киносъемок (в отличие, например от США), которые, с одной стороны, обеспечивают уменьшение расходов на производство фильмов, а с другой — увеличивают посещаемость кинотеатров. В шести частях статьи дан обзор современных методов трюковых и комбинированных съемок. В первой части рассматриваются камерные эффекты, съемка миниатюрных макетов и съемка в студийном бассейне.

К камерным эффектам относятся, во-первых, скоростная, замедленная и покадровая киносъемка, т. е. основанная на изменении ее частоты, во-вторых киносъемка «наплытом», двойная и многократная экспозиция с применением и без применения масок. Для выполнения двух- и многократной экспозиции необходима кинокамера с идеальной устойчивостью кадра в кадровом окне, в частности имеющая контргрейфер.

При съемке движущихся миниатюрных макетов необходимо увеличение частоты киносъемки для сохранения натуральности киноизображения. Например, при съемке падения автомобиля в пропасть с высоты 36 м применение макета, уменьшенного в 12 раз, потребует высоты падения всего 3 м. Продолжительность падения макета автомобиля будет 4/5 с, тогда как в натуре падение будет продолжаться от 2 до 7 с. Для получения нормальной скорости падения на кинозображении частоту киносъемки тре-

буется увеличить в  $\sqrt{M}$  раз, где  $M$  — масштаб уменьшения, т. е. в  $\sqrt{12}=3,5$  раза. В таблице указаны необходимые частоты киносъемки для разных масштабов изготовления макетов.

Даны краткие рекомендации по материалам для изготовления макетов, их освещению, применяемой съемочной технике.

Масштаб уменьшения	Поправочный коэффициент	Частота киносъемки, кадр/с
1:2	1,4	33
1:4	2,0	48
1:8	2,8	67
1:12	3,5	84
1:16	4,0	92
1:25	5,0	120
1:36	6,0	144
1:64	8,0	192
1:100	10,0	240

При съемке в бассейне при слишком малых размерах макетов трудно получить натуральность волн. Поэтому масштаб уменьшения должен быть по возможности небольшим. Макеты кораблей транспортируют в момент съемки через бассейн с помощью подводного троса. Бассейн, использовавшийся при съемках фильма «Клеопатра», имел емкость 11 млн. литров, и его заполнение насосами требовало 1 ч 40 мин. Во избежание просвечивания дна бассейна воду подкрашивали. Частота киносъемки составляла 120 кадр/с и более.

В заключении рассмотрены также методы организации съемок чудовищ с использованием переодетых актеров, животных или специально изготовленных кукол.

В второй части статьи рассматриваются вопросы перспектив-

В сочетании с системой Iris Composition в изображение могут быть введены видеоЭффекты: масштабирование, сжатие, расширение, различные форматы кадра, метод «клей и ножниц», перемещение изображения по экрану и его подрезание при помощи координатной ручки.

Возможности Iris II при записи изображений расширяет имеющийся в комплексе кадровый синхронизатор.

В. Б.

ного совмещения изображения различных объектов. Этот метод обеспечивает получение эффектов «великанов» и «лилипутов», возможность введения миниатюрных макетов на передний план и рисованных фонов в реальную снимаемую сцену. Метод Schüfftan позволяет с помощью зеркала в одну экспозицию получить комбинированные изображения актеров и фона, для чего в центральной части зеркала, расположенного под углом 45° к оптической оси кинокамеры, зеркальный слой удален. При этом в качестве фона могут быть применены макеты, а также диа- или кинопроекционные изображения. Метод дорисовки основан на применении на переднем плане перед камерой (на расстоянии около трех метров) стеклянной пластины (рис. 1), на которой дорисованы, например, верхние этажи или недостающие части снимаемого здания, башня, облачное небо и т. п. В масочном методе дорисовки первое экспонирование кинопленки при съемке натурного объекта осуществляется через черную маску, прикрывающую участки изображения, на которых будет выполнена дорисовка. Комбинирование снятого изо-

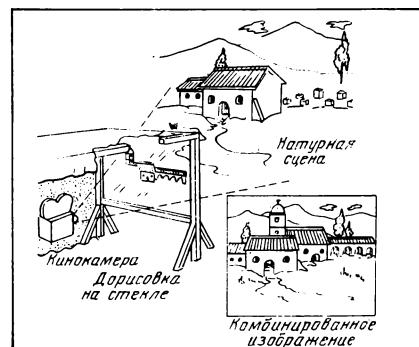


Рис. 1

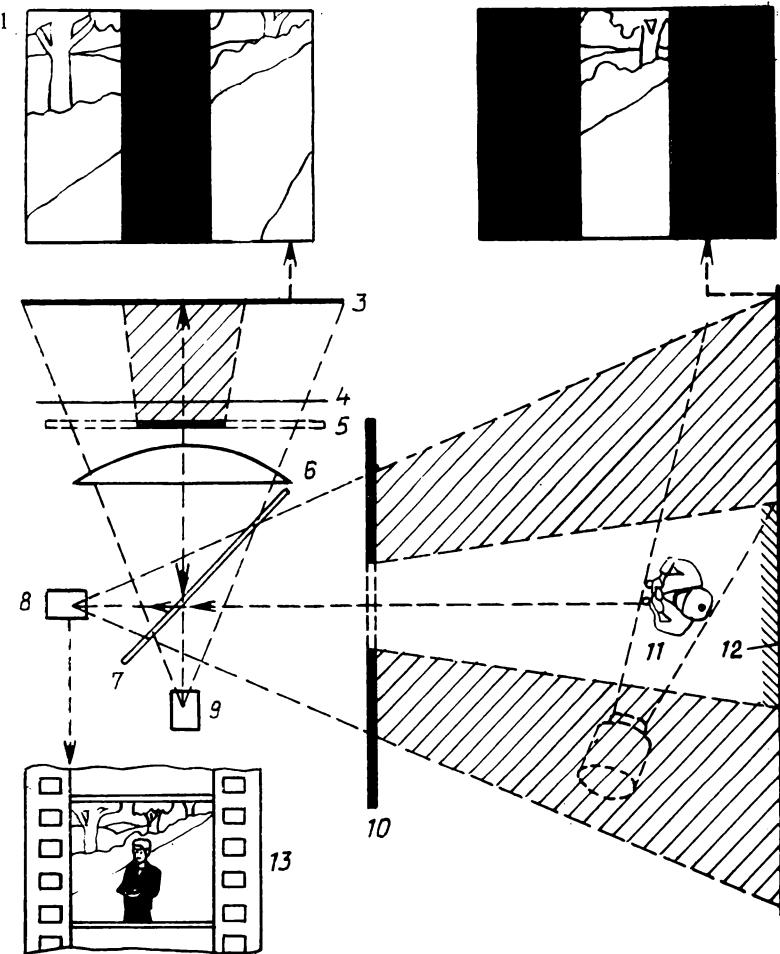


Рис. 2

бражения с дорисовкой осуществляется в студийных условиях на трюк-машине.

Приведены названия фильмов, в которых применены перечисленные методы, и названы кинооператоры, их предлагающие.

В третьей части рассмотрены методы киносъемки с использованием фоновой кинопроекции. Главными проблемами рирпроекции являются необходимость устранения «горячего пятна» и получение больших размеров фонового изображения. Применение трех синхронно работающих рирпроекторов позволило получить фоновые изображения шириной до 15 м (одиночный рирпроектор обеспечивает изображение шириной до 5 м). В настоящее время рирпроекция повсеместно вытеснена фронтпроекцией на экран Scotchlite, требующей меньшей производственной площади и меньшей мощности осветителя у фонового проектора.

Усовершенствование фронтпро-

екции привело к созданию двухэкранного метода, позволяющего получать с относительно малыми размерами фоновых экранов большие фоновые изображения с уменьшением проблемы их засветки. Небольшой фоновый экран 1 (рис. 2) имеет в центре зачерненный участок, а второй большего размера экран 2 имеет зачерненными краевые участки. Экран 1 находится в положении 3 после нейтрального оптического клина 4, маски 5, полевой линзы 6 и полупрозрачного зеркала 7, направляющего в кинокамеру 8 световые лучи от фонового кинопроектора 9 после их отражения от экрана 3. Одновременно кинокамера 8 через зеркало 7 и щель 10 снимает актера 11 на переднем плане и часть фонового изображения на экране 2, находящегося в положении 12. Полученное комбинированное изображение показано на кадре 13.

Способ фронтпроекции Zoptic позволяет с помощью двух синхронно работающих вариообъективов (у фо-

нового кинопроектора и у кинокамеры) получать эффект «летающей» ракеты, самолета, человека. Рассмотрено также применение методов рир- и фронтпроекции в сочетании со съемкой макетов и моделей для кукольных и научно-фантастических фильмов.

Для каждого из методов указаны наименования художественных фильмов, в которых они были применены.

Л. Т.

УДК 771.351.3

**Широкоугольные объективы,**  
Amer. Cinematogr., 1986, 67, № 5.

Специализирующаяся на прокате киносъемочного оборудования фирма Clairmont Camera (США) предлагает киносъемочные объективы с  $f=14$  и  $20$  мм — модификации фотообъектива Sapop  $f=20$  мм, 2,8. В них выполнены изменения оригинальной конструкции с целью использовать высокие качественные характеристики объектива в специфических условиях кинопроизводства.

Поскольку при массовом производстве объективов Sapop проверка каждой линзы не проводится, такой контроль осуществляется с помощью тест-проектора. Вращение фотообъектива в оригинальной оправе в процессе фокусировки в модифицированных оправах заменено возвратно-поступательным движением, благодаря чему переводы фокуса во время съемки на стабильности изображения неказываются. С учетом постоянных нагрузок, которым подвергаются объективы, сдающиеся на прокат, пластиковые детали оправ заменены металлическими, крепления всех элементов оптической системы усилены. Диаметры оправ увеличены, шкалы дистанций укрупнены и размещены на одной стороне объектива между бесконечностью и 3 м; дополнительно нанесено несколько делений метража. Измеряемая по окружности объектива длина хода оправы в фотообъективе 7,6 см, в модифицированных 15 см, что существенно увеличивает точность фокусировки. Встроенный в оправу механизм «прыгающей диафрагмы» позволяет регулировать экспозицию и вручную и с помощью дистанционного управления. Защитное стекло, установленное перед объективом на звукоизолирующих прокладках, снижает уровень шума съемочного аппарата Agriflex 35 BL на 20 %, при этих условиях синхронные съемки могут производиться на дистанции 25 см от плоскости пленки. Размеры бленд внешних линз объективов соответствуют отверстию светозащитного компендиума, рассчитаны на установку стандартных светофильтров  $6 \times 6$  см.

А. Ю.

## Кинопленка и ее фотографическая обработка

УДК 771.531.351.1

**Высокочувствительная пленка Kodak для специального применения**, Film-TV Kameratapp, 1986, 35, № 3.

Цветная негативная высокочувствительная кинопленка Kodak формата 35 мм SA 5295 (SA — Special Application) предназначена для комбинированных съемок с синим экраном и различных трюковых съемок. Пленка отличается хорошей резкостью и малой зернистостью, достигаемыми как при высокочувствительной 16-мм пленке 7292 использованием в эмульсиях пластичных кристаллов галогенида серебра (T-grain) с большой удельной поверхностью. Новая пленка отличается прецизионно точными перфорациями.

На основании опыта работы с 16-мм кинопленкой для получения возможно меньшей зернистости изображения рекомендуются следующие приемы: получение плотного позитива при печати (уменьшение зернистости в тенях); предпочтительное использование, где возможно, пленки средней чувствительности; исключение по возможности недодержки при съемке и тщательное вы светление теней; применение «дефорсированного» проявления (специальный процесс) с использованием передержки при съемке.

Ц. А.

УДК 681.322:778.588.002.5

**Устройство контроля и управления для аддитивного копировального аппарата**, Bild und Ton, 1986, 39, № 4.

Контролирующее и управляющее устройство CPS-10 (Польша) осуществляет управление аддитивным копировальным аппаратом с использованием кода FCC (код контроля поля). В узлах памяти прибора содержатся номера сцен (от 0 до 99999), по которым происходит смена светов по RGB (цветовые координаты КЗС) при печати и номера этих светов в пределах 0—51. Нужную перфокарту с записью данных по FCC и RGB получают по стандарту Bell-Howell, модель С.

Управляющее устройство (как само по себе, так и объединенное со считывающим устройством) может крепиться на копироаппарате или на питающем устройстве. От копиро-

парата по коду TTL передаются сигналы от проходящих кадров изображения. Ответные сигналы по коду TTL с требуемыми комбинациями RGB передаются копироаппарату.

Питание 220 В, +10 %, -15 %, потребляемая мощность 50 Вт. Размеры 460×88×250 мм, масса 6 кг.

Ц. А.

УДК 778.38

**Голографическая камера, изготавлиющая голограммы за минуты**, Optics and Laser Technology, 1986, 18, № 1.

Сообщается о голографической камере фирмы «Ультрафайн техноджи», Великобритания. Камера предназначена для изготовления преломляющих голограмм высокого качества при низкой стоимости. Эта камера не требует никакой специальной установки за исключением стандартных требований темного помещения, твердого оптического стола и электрического питания; могут изготавливаться голограммы 12,5×10 см или 25×20 см. Камеры позволяют изготавливать голограммы методом двойной экспозиции для неразрушающего контроля материалов, как и голограммы методом одной экспозиции для сравнения, измерения, архивного хранения и других целей.

В комплект поставки камеры входят лазер непрерывного действия (мощностью 5 или 25 мВт), таймер, управляемый микропроцессором, 200 фотопластинок, все необходимые химикаты для обработки, осветитель для затемненного помещения. Одна из моделей включает вакуумный прижим для изготовления голограмм для неразрушающего контроля.

А. Л.

УДК 771.44

**Освещение масштабных съемок на натуре**, Samtiefson D. Eyeriece, 1986, 7, № 1.

Осветительный комплекс Musco Light предназначен для выездных съемок многолюдных игровых сцен, спортивных соревнований и масштабных мероприятий. Это компактная группа из 15 прожекторов с металлогалогенными лампами 6 кВт на раме, поднимающейся удлиненной стрелой автокрана, с электропитающим устройством на том же шасси. | ■

Направление светового потока и фокусировка луча каждого прожектора осуществляются индивидуально с помощью дистанционного управления с центрального пульта. При полной светоотдаче ламп и сосредоточении их света на одном участке Musco Light обеспечивает освещенность 250 лк в круге диаметром 85 м на расстоянии 800 м, что позволяет вести съемки на пленке чувствительностью 180 ASA при относительном отверстии диафрагмы 1 : 2.

А. Ю.

УДК 771.531.3.1:778.6

**Цветные негативные фотопленки**, Brit. J. Photogr., 1986, 133, № 14.

Фирма Fuji Photo Film сообщает о предстоящем выпуске двух цветных негативных фотопленок Fujicolor Super HR 100 и Super HR 400, отличающихся улучшенным качеством цветного изображения, в частности в отношении структурных характеристик и меньшей требовательности к условиям хранения и обработки.

Улучшения достигнуты за счет усовершенствования технологии цветных компонент и эмульсионных кристаллов. Super L-компоненты дают повышенный выход красителей цветного изображения с более компактными частицами и лучшей темновой стабильностью. Они не вступают в некоторые побочные реакции, вызывающие нежелательное окрашивание, как например в атмосфере формалина. Улучшенная двуслойная структура DS эмульсионных кристаллов обуславливает более точное размещение центров светочувствительности на внешней оболочке кристаллов.

Достоинства пленок особенно заметно выявляются при экспонировании электронной вспышкой. Условия обработки (процесс CN 16/C-41) и печати не изменились за исключением случая сильно передержанных негативов, для которых требуется коррекция условий печати. Обозначение пленки — CN, упаковка зеленого цвета с золотом, ISO 100 отмечена красной полоской, ISO 400 — пурпурной.

Ц. А.

## О новой книге по фотографии

Киевское издательство «Техніка» выпустило «Справочник по фотографии (Светотехника и материалы)», автор Гурлев Д. С.; в основном предназначенный для подготовленных фотолюбителей, он может быть полезен и кинооператорам.

Появление новой литературы по фотографии всегда интересно для специалистов, а главное — необходимо в связи с возможностью получения полноценных в максимально возможном объеме справок, необходимых для применения в фотографии и при киносъемках; возможностью пользования материалом, имеющимся в разрозненной научно-технической, но отсутствующим в литературе широкого пользования; возможностью применения книги в повседневной практической работе. Выпущенная книга отвечает этим требованиям и имеет сведения, нужные работникам широкого профиля.

Справочник отличается тремя особенностями: он содержит сведения, позволяющие оперативно получать основные справки при подготовке к съемочному процессу, основные величины светотехники и цветоведения, кратко охарактеризованные теоретически и раскрывающие принципы действия и применения. Простое изложение материала позволяет применять справочник в качестве учебного пособия при изучении фотографии независимо от того, что в нем нет рассуждений, анализа и математических расчетов; взамен этого дано справочное описание физических процессов при прохождении света, необходимое для понимания сущности того или иного параметра, явления.

Справочные данные изложены с достаточной степенью детализации и углубления, требуемой при выборе

фотоматериалов, светофильтров и световых приборов. Значительное внимание уделено образованию цветов на основе цветового зрения, понятия светлоты и яркости. Приводимые спектральные кривые и зональные графики позволяют ориентироваться в выборе цвета и решать задачи его синтеза с учетом интенсивности освещения, его спектрального состава и корректировки светофильтрами.

Книга состоит из введения и четырех глав; введение не готовит читателя к восприятию справочного материала, а дает дополнительную ценную справочную информацию.

В I главе приведены светотехнические величины, применяемые в фотографии. Достаточно полно охарактеризовано зрение человека. Хорошо представлен раздел, освещающий оптическую плотность во всем разнообразии своего проявления. Рассмотрены данные источников белого света, применяемых в разных областях фотографии, а также данные различных светотехнических материалов и в большом числе различных стекол. Важен материал и по источникам искусственного света, световым приборам и комплексам. Впервые в справочной литературе достаточно обширно представлен естественный свет в совокупности с наглядными графическими иллюстрациями.

Во II главе характеризуется цветоведение со всеми областями его применения в фотографии. Пониманию материала способствуют многочисленные зональные графики, иллюстрирующие процессы получения и взаимодействия цветов.

Особой ценностью отличается III глава, о светофильтрах, в которой также впервые в фототехнической

литературе приведено большое количество светотехнических характеристик отечественных цветных стекол и светофильтров зарубежных фирм. Данные эти особенно необходимы для профессиональных кинооператоров и полезны кинофотолюбителям.

Значительный объем имеет IV глава, о фотоматериалах. В ней даны сведения о параметрах и стандартной обработке фото- и кинопленок и фотобумаг общего применения, о технических материалах со значительным количеством характеристик.

Читатель получает книгу, необходимую в его фото- или киносъемочной практике. Во введении можно узнать, что издательство готовит к выпуску еще четыре книги по различным областям фотографии, которые все вместе дадут возможность полностью ориентироваться в фото-съемке, обработке фотоматериалов и фотографической печати.

Но следует отметить, что справочник имеет некоторые недостатки. Наряду с относительно полным описанием светочувствительных материалов нет необходимых сведений о цветных отечественных фотобумагах и фотоматериалах стран СЭВ, применяемых в нашей стране. Это и ряд других мелких упущений не снижает значимости книги, которые могут быть устранены в последующих переизданиях справочника.

Справочник, безусловно, полезен для самого широкого круга читателей, и можно только приветствовать хорошее начинание киевского издательства по выпуску серии полноценных справочников по фотографии.

Н. Н. КУДРЯШОВ

## Новые книги

### ФОТОГРАФИЯ. ФОТОТЕХНИКА. ФОТОХИМИЯ

Бреслав Ю. А., Пейсах В. В., Каплун Л. Я. Синтез и свойства Т-кристаллов: Обзорная информация. — М.: НИИТЭХИМ, 1986.—60 с.—Библиогр. 111 назв.—50 коп. 280 экз.

Рассмотрены преимущества фотографических эмульсий с плоскими монокристаллами галогенидов серебра (Т-кристаллами), особенности их синтеза, химическая и спектральная сенсибилизация Т-кристаллов.

Гурлев Д. С. Справочник по фотографии (светотехника и мате-

риалы).—Киев: Техника, 1986.—368 с.—Библиогр.: с. 362—363.—2 р. 10 к. 230 000 экз.

Даны сведения по светотехнике, цветоведению, светофильтрам и фотоматериалам широкого применения, а также характеристики осветительных приборов, фотопленок, пластины и бумаг.

**Методы и средства охраны окружающей среды и снижение потерь серебра при фильмоизготовлении: Сб. научных статей.— М.: НИКФИ, 1985.— 190 с.— (Труды НИКФИ; Вып. 123).—75 коп. 250 экз.**

И раздел сборника посвящен разработке нормативов предельно допустимых выбросов, методов контроля и водоохраных мероприятий. Во II разделе приведены результаты исследований по созданию экологически оптимальной технологии обработки кинопленок, в III — методы снижения безвозвратных потерь серебра.

#### СВЕТОТЕХНИКА. ЦВЕТОВЕДЕНИЕ

**Багаева Г. Г. Теория цветной репродукции: Учебное пособие.— Л.: ЛИКИ, 1985.—23 с.—10 коп. 500 экз.**

Представлены способы воспроизведения цветов при цветном репродуцировании и стадии получения цветного изображения — цветоделение, градационный процесс и синтез цветов.

**Шкап Л. Ц. Театральные световые приборы.— М.: Энергоатомиздат, 1986.—93 с.— Библиогр. 7 назв.—25 коп. 12 000 экз.**

Анализируются принцип действия, устройство, монтаж и особенности эксплуатации светильников и прожекторов с обычными и галогенными лампами и другими источниками света. Представлены также театральные проекционные аппараты, приставки для световых эффектов и приборы УФ облучения.

Запись, обработка и воспроизведение электрических сигналов.

**Кодирование данных в информационно-регистрирующих системах/ А. П. Стаков, Б. Я. Лихтиц иnder, Ю. П. Орлович, Ю. А. Сторожук.— Киев: Техника, 1985.—127 с.— Библиогр. 45 назв.—50 коп. 4000 экз.**

Предложены методы проектирования информационно-регистрирующих систем на основе структурно-избыточного кодирования, которое позволяет существенно повысить эффективность аппаратуры, увеличить плотность и надежность регистрации данных. Рассмотрены вопросы коррекции ошибок и самосинхронизации. Проанализировано применение кодов Фибоначчи в цифровой магнитной записи, в частности в системе цифровой записи звука.

**Фридлянд И. В., Сошиков В. Г. Бытовые видеомагнитофоны.— М.: Знание, 1986.—64 с.—(Радиоэлектроника и связь; Вып. 2).—Библиогр. 12 назв.—11 коп. 46 250 экз.**

В кратком очерке истории маг-

нитной звуко- и видеозаписи отображены особенности записи сигналов изображения, основные узлы видеомагнитофонов, форматы записи и методы повышения ее плотности. Приведено краткое описание видеомагнитофона «Электроника ВМ-12». Показаны перспективы развития бытовой видеотехники.

#### ТЕЛЕВИДЕНИЕ

**Пасецкий В. В. Цветное телевидение в вопросах и ответах.— Минск: Полымя, 1986.—207 с.— Библиогр. 22 назв.—1 р. 60 к. 100 000 экз.**

Даны сведения об устройстве цветных телевизоров, их эксплуатации, выявлении и устранении неисправностей. Представлены физические основы цветного ТВ, принципы построения систем ЦТВ, в частности советско-французской системы СЕКАМ.

**Хараташвили Н. Г. Цифровое кодирование с предсказанием непрерывных сигналов.— М.: Радио и связь, 1986.—140 с.— Библиогр. 134 назв.—50 коп. 5400 экз.**

Проанализированы особенности субъективного восприятия искажений квантования. Раскрыты принципы оптимального, субъективно-оптимизированного и адаптивного квантований, оптимизации и адаптации предсказаний. Рассмотрены сочетания линейного преобразования с ДИКМ и помехоустойчивость ДИКМ ТВ сигналов.

**Твердотельное телевидение: Телевизионные системы с переменными параметрами на ПЗС и микропроцессорах / Л. И. Хромов, Н. В. Лебедев, А. К. Цыбулин, А. Н. Куликов.— М.: Радио и связь, 1986.—184 с.— Библиогр. 133 назв.—55 коп. 14 000 экз.**

Изложены вопросы научно-практического ТВ как отрасли информатики. Даны сведения о твердотельных ТВ камерах с перестраиваемыми параметрами, дискретно-аналоговой обработке сигналов изображения. Приведены принципы проектирования систем и особенности микропроцессорной обработки ТВ сигналов в автоматических ТВ системах.

**Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение: Учебник для вузов.— М.: Книга, 1986.—280 с.— 85 коп. 13 000 экз.**

Приведены сведения о цвете, цветовом зрении, психологии и измерении цвета. Рассмотрены вопросы воспроизведения цветных объектов в идеальном и реальном субтрактивном процессе, дано представление о дупликационной теории и цветово-

корректирующем маскировании, о воспроизведении цветных оригиналов в полиграфии.

**Ангагоров А. П. Цветные кинескопы.— М.: Радио и связь, 1986.— 128 с.— Библиогр. 111 назв.— 45 коп. 33 000 экз.**

Приведены сведения о принципах построения современных цветных кинескопов; рассмотрены вопросы качества воспроизводимых изображений, отклонения и сведения лучей в трехлучевых кинескопах, проектирования систем коррекции чистоты цвета.

#### ПРИКЛАДНАЯ КИНОФОТОТЕХНИКА

**Найдыс И. Д. Судебная кинематография и видеозапись: Учебное пособие.— Харьков: Вища школа, 1986.—199 с.—45 коп. 6000 экз.**

Анализируются правовые вопросы применения киносъемки и видеозаписи и использование кино- и видеодокументов в судебном процессе, методы судебной киносъемки и видеозаписи, их использование при производстве следственных действий.

Общие вопросы записи, обработка и воспроизведения изобразительной информации

**Василенко Г. И., Тараторин А. М. Восстановление изображений.— М.: Радио и связь, 1986.— 302 с.— Библиогр. 151 назв.— 2 р. 30 к. 7400 экз.**

Рассмотрены теория и практика восстановления изображений, т.е. компенсации искажений, вносимых при формировании изображений. Представлены линейные, нелинейные и итерационные методы восстановления, показаны их взаимосвязи и области применения. Изложены вопросы сверхразрешения и аналитического продолжения спектра. Предложены эффективные алгоритмы восстановления и схемы построения цифровых и оптических систем для восстановления изображений.

**Катыс Г. П. Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой.— М.: Машиностроение, 1986.— 415 с.— Библиогр. 222 назв.— 2 руб. 4400 экз.**

Даны классификация оптико-электронных информационных систем и принципы построения следящих и обзорно-поисковых систем, систем анализа и обработки изображений. Представлены состояние элементной базы таких систем, структурные схемы и основные характеристики. Указаны пути рационального построения и оптимизации систем.

## Симпозиум фирмы «Кодак — Патэ»

В июне 1986 г. в Ленинградском Доме ученых АН СССР прошел симпозиум фирмы «Кодак-Патэ», организованный совместно с Госкино СССР по плану технического сотрудничества, продолжающегося уже в течение многих лет. Делегация фирмы состояла из технических и коммерческих сотрудников: М. Бидо — директора экспорта, С. Куприе — инженера технического центра, Ж. Фурнье — инженера, руководителя лаборатории, Ж. Эрбо — инженера, специалиста по 16-мм пленке и видеозаписи; Ж. Кожис — руководителя отделения продажи для СССР отдела экспорта.

Симпозиум открыл заместитель директора по техническим вопросам киностудии «Ленфильм» к. т. н. В. П. Белоусов. Заместитель директора НИКФИ по научной работе д. т. н. С. А. Бонгард отметил деловые контакты с «Кодак-Патэ» и выразил желание поддерживать их и далее. В ответной речи М. Бидо поблагодарил за организацию этого мероприятия и, отметив значительное изменение в технике за 10 лет, призвал к активному обмену мнениями и опытом.

В первом докладе «Индексы экспозиции и сенситометрия» Ж. Фурнье сделал обзор различных способов определения чувствительности, обратив внимание на отсутствие международного стандарта для определения числа светочувствительности, в частности цветных негативных пленок, на неоднозначность математического определения чувствительности, поскольку допустимое качество изображения и конкретные задачи диктуют выбор экспозиционного индекса на фотоэлектрическом экспонометре. Сенситометрическая чувствительность — лишь отправная точка при съемке экспозиционных проб объекта, типичного для предстоящей производственной съемки. В выборе индекса чувствительности большую роль сыграло принятие многих технологических мер: повышение широты пленки, уменьшение зернистости, улучшение экспонометрической и съемочной аппаратуры, стабилизация обработки пленки. Это позволило уменьшить коэффициент надежности при маркировке экспозиционного индекса, что привело к более тонким негативам, но с большей резкостью, приемлемой зер-

нистостью и хорошей детализированностью в тенях. В любительской практике улучшилась фокусировка при печати. При выборе экспозиции при съемке на 16-мм пленку следует исходить из несколько уменьшенного экспозиционного индекса, т. к. зернистость изображения уменьшается при увеличении плотности.

Как бы продолжением первого доклада явилось сообщение С. Куприе, которое он назвал размышлением о факторах, определяющих выбор негативной пленки и ее индекса экспозиции. Поводом к этим размышлениям явилось появление второго типа цветной негативной пленки — пленки высокой чувствительности. Несмотря на высокие цветофотографические и структурные свойства высокочувствительных пленок (например 5294, 400 ASA) была показана целесообразность ее применения преимущественно для объектов с большим интервалом яркости и малой освещенностью. Было проиллюстрировано увеличение насыщенности цветов при увеличении экспозиции на пленках 5294 и 5247 (100 ASA), отмечено увеличение зернистости при недодержке, значительное сокращение интервала рабочих плотностей и рост зернистости при форсированной обработке пленки 5294. Подводя итог, автор подчеркнул, что выбор негативных материалов и определение используемого экспозиционного индекса требует от оператора глубокого знания свойств материала, особенностей объекта и зависит от выбранного стиля работы над фильмом.

Доклад Ж. Эрбо был посвящен 16-мм кинопленке, ее эволюции начиная с 1923 г., когда была выпущена первая обращаемая черно-белая пленка, а затем в 1928 г. первая цветная 16-мм «Кодаколор». Совершенствование эмульсии для 35-мм пленки обеспечило к 1985 г. очень высокое качество изображения с 16-мм пленки при проецировании на большой экран. Это удалось за счет специальной эмульсии, которая с 1950 по 1985 г. совершенствовалась около 10 раз. В новом типе сохранились прежние свойства и улучшились 1—2 параметра; и так на каждом этапе совершенствования.

Появление пленок 7291 и 7292 с очень высокими частотно-контраст-

ными характеристиками и структурными свойствами способствовало дальнейшему развитию формата Супер-16, изобретенного шведским исследователем Эриксоном. Этот формат имеет один ряд перфораций и увеличенную площадь кадра с соотношением 1,66 : 1. Появление пленки 7292 расширило возможность снимать фильмы на Супер-16 с последующей печатью на 35-мм, это было убедительно показано на большом экране.

Ж. Фурнье сделал сообщение о выборе позитивной пленки. Упомянув о пленке улучшенной (парной) для современного негативного материала 5384 (35-мм) и 7384 (16-мм), докладчик рассказал о специфических требованиях к позитивной пленке, предназначенной для использования в телекинопроекции. В связи с ограниченным диапазоном сигнала телевизионного тракта накладываются соответствующие ограничения на интервал плотностей изображения на носителе телепрограмм на кинопленке. Для печати телевизионного кинофильма создана позитивная пленка 5380 с пониженным  $D_{max}$ , до 2,5.

При печати начальный участок используется начиная с плотности 0,3 над вуалью. Несмотря на высокую гамму этой пленки ( $\sim 3$ ), благодаря укороченному прямолинейному участку и двум криволинейным значительно уменьшен не только интервал плотностей, но и визуальный контраст. Такое похожее на промежуточный позитив изображение соответствует требованиям телевидения.

Особенно интересен специальный процесс использования этой пленки в кино для придания изображению хроникально-документального характера или стиля «ретро». Благодаря остаточному серебру пропадает насыщенность цветов, повышается контраст при хорошей тональной проработке деталей в светах и тенях. Экранный материал фрагмента художественного фильма вызвал большой интерес у операторов и обработчиков.

Следующий доклад был сделан по материалам фирмы «Истмен Кодак» (Нью-Йорк). Вскоре после создания негативной пленки 5247 в 1976 г. была создана соответствующая пленка для контратипирования «Интермедиэт II» 5243/7243. У нее

были улучшены структурные свойства, чувствительность, особенно синечувствительного слоя, что не препятствует использованию 5243 на разных копировальных устройствах. Значительную роль в этом сыграла эмульсия T — grain с плоскими кристаллами галогенида серебра. Повышение чувствительности синечувствительного слоя было достигнуто за счет более рационального распределения кристаллов галогенида по размерам в двух слоях; уменьшена склонность к образованию колец Ньютона. Эту пленку можно отличить по светомаркировке: «Безопасная пленка 5243» и «Безопасная пленка «Истмен 7243»; ее массовое производство началось в III квартале 1986 г.

Сравнительные иллюстративные материалы были не убедительными, поскольку одностадийное контактное контратипирование не выявляло повышенной зернистости на стадии, не улучшенном варианте этой пленки.

Далее С. Куприя рассказал о системе контроля процесса обработки пленки в докладе «Теория и практика контроля обработки». Контроль непосредственно обработки является важнейшей частью контроля качества в других звеньях лаборатории. Если обработка нестабильна, то трудно заметить отклонения в работе цветоанализаторов и т. п. Автор доклада считает, что руководство лаборатории должно поощрять тщательно наложенную службу контроля во всех его видах: механического, химического, фотографического.

Независимо от наличия материала для контроля служат отдельные тесты. Фирма «Кодак» выпускает тесты по 100 кадрам в скрытом изображении для контроля процесса фотографической обработки «Истмен Колор Н24» с приложением проявленного образца. Лаборатория сама определяет свой технический уровень и типичные значения показателей с реальными допусками, которые для нее принимаются как нормальные. Желательно наносить контролируемые параметры на график, что облегчает определение причин отклонения технологического процесса от нормы при одномоментном контроле его различных параметров.

Особое внимание было удалено субъективному «механическому» контролю, например осмотру машины, в частности отжимных роликов, от которых зависит и целостность поверхности пленки и занос растворов пленкой из бака в бак. Был приведен пример, как опытные операторы проявочных машин определяют качество работы отдельных узлов на слух. Докладчик подчеркнул важность ведения журналов

для фиксации измеряемых и наблюдаемых параметров, состояний. В зависимости от оснащенности лаборатории уровень контроля может усложняться от сравнения обработанных образцов до анализа записей с помощью ЭВМ. Хорошо наложенная система контроля дисциплинирует персонал, обслуживающий машины, и позволяет быстро получить информацию о неисправности.

Затем аудитория была ознакомлена с введением в процесс обработки пленок персульфатного отбеливателя вместо красной кровянки соли. Работа по замене отбеливателя была проведена исходя из требований охраны окружающей среды. Механизм действия персульфата очень схож с действием «кровянки», но процесс этот несколько медленнее. Для сохранения общего времени процесса вводится ванна для ускорителя, содержащая тимол. Несмотря на удорожание процесса обработки на 1—4 %, экономия достигается на упразднении работ по очистке сточных вод от цианидов. Восстановление рабочего раствора проще, т. к. не требуется его регенерация, а лишь подкрепление до нужной концентрации. При работе необходимо очень хорошо вентилировать помещения для удаления хлора. Требуется особое внимание к поддержанию pH, т. к. при его понижении разрушается краситель. Преимущества: экологические, некоторое уменьшение  $D_{MP}$  [важно для получения прозрачного позитива], отсутствие пурпурных пятен при заносе проявителя в отбелку, простота восстановления работоспособности, персульфатный отбеливатель не загрязняет баки, т. к. не образует берлинской лазури. Он пригоден для всех пленок кроме 5247, у которой ослабляются большие плотности красочувствительного слоя. Особо важна малая набухаемость эмульсии, что способствует ее лучшей подготовке к нанесению вязкого проявителя для проявления фонограммы позитивов.

Последним было сообщение Ж. Эрбо об особенностях показа по телевидению и использования для видеозаписи изображений с позитивных и маскированных пленок. В связи с несоответствием спектральных характеристик люминофоров телевизионных трубок и красителей пленок необходимо создавать специальные электронные матрицы (логарифмические и линейные) для использования разных видов пленок в телекинопроекторах для прямой передачи или видеозаписи. Это нужно для обеспечения качества цветопередачи за счет улучшения чистоты зональных сигналов.

Прослушанные доклады, ответы на вопросы, возникшие дискуссии

позволяют сделать ряд выводов, на которые полезно обратить внимание технических и творческих работников.

Прежде всего отмечено планомерное улучшение изделий фирмы за последние 10 лет. Это проявляется в эмульсионной технологии, технологии полива, совершенствовании защитного слоя, совершенствовании специальных 16-мм материалов, а также в улучшении показа фильмов по телевидению, снятых (напечатанных) на разных кинопленках. Заметный прогресс достигнут в области обработки пленки.

Постоянно совершенствуя кинопленки, фирма «Кодак-Патэ» улучшила структурные свойства негативных материалов в такой степени, при которой изображения, снятые на пленки с чувствительностью 100 ASA (5247) и 400 ASA (5254) отличить трудно, по крайней мере в оригинальном позитиве. По показанным экранным материалам видно, что эти пленки имеют большую резольвометрическую широту и практически одинаковую цветопередачу. Создание в 1972 г. пленки 5247 (7247) и «горячего» процесса обработки ECN-2 не снизили темпов дальнейшего прогресса и уже в 1983 г. была создана пленка 5294, 400 ASA.

Прослеживая эволюцию негативных и других материалов, видно, что при создании каждого нового типа пленки ни один из положительных показателей не ухудшался, а улучшались один-два показателя, и так постепенно появлялся новый тип. Значительному скачку в чувствительности материалов способствовала технология эмульсии, при которой образуются плоские кристаллы галогенида серебра, известные в литературе как «таблетообразные», лучше использующие световую энергию и серебро. Другим технологическим фактором, способствовавшим повышению чувствительности наиболее лимитирующего (несенсибилизированного) синечувствительного слоя, а следовательно и пленки в целом, явилось наиболее рациональное распределение зерен по дисперсности расположением их в двух слоях, из которых слой с более крупными зернами обращен к свету. Этот общеизвестный принцип, как и способ получения и использования плоских кристаллов в сочетании с отработанной технологией полива сверхтонких слоев, дали свои положительные результаты на негативных и промежуточных слоях. Повышение чувствительности верхнего слоя пленки «Интермедией II» эквивалентно восьми копировальным светам копиратора «Белл-Хаузел».

Интересным фактом, приведенным в одном из докладов, было упо-

минание о сенсибилизации пленки 7292, окраивающей эмульсию в коричневый цвет, что позволяет оперативно отличать ее от других. (Окрашивание этой пленки снизило коэффициент отражения эмульсионного слоя и, следовательно, также способствовало практическому улучшению частотно-контрастных характеристик изображения в камере. Прим. автора.)

Сотрудники фирмы «Кодак-Патэ» придают очень большое значение практической визуальной оценке. Критерием оптимальности всего химико-фотографического процесса является экранный результат, полученный при определенных, зафиксированных фотоэлектрическим экспонометром, условиях съемки. Это возможно лишь благодаря высокой стандартности типа пленки. Даже маркированный индекс чувствительности является лишь отправным исходным пунктом для поиска производственного экспозиционного числа в зависимости от допустимого качества, сюжета, построения сцены, назначения материала, выбранной манеры подачи материала. Говоря о сохранении чувствительности кинопленок, сотрудники обращают серьезное внимание на условия их хранения и рекомендуют для сохраняемости фотосвойств глубокий холод (до  $-18^{\circ}\text{C}$ ), при котором они мало изменяются; при этом не следует нарушать герметизацию. Так же рекомендуется хранить экспонированные тестовые материалы.

Полученная на симпозиуме информация показала целенаправленность расходования средств и комплексность решения задач. Например, прогрессивная эмульсия разработки 1985 г. используется только для 16-мм пленки, что объясняется актуальностью повышения качества программ на пленочном носителе,

выдвинутой развивающимся телевидением высокой четкости. При этом выход продукции на широкий рынок планируется с точностью до квартала. Большие возможности открываются при использовании новых эмульсий для формата Супер-16 с увеличенной площадью кадра и соотношением сторон 1,66 : 1. Уже 5—10 фильмов в год такого формата производятся во Франции для перевода на 35-мм пленку.

Очевидно, подготовка кинотехнологического и кинотелевизионного оборудования для формата Супер-16 в расчете на новый комплект отечественных пленок уже актуальна и для нас, а опыт производства этих фильмов можно накопить, используя пока пленки DC-5M и NC-3 ORWO, которые позволяют обеспечить качество изображения, не хуже получаемого сегодня на пленке ЦО-90 по телевидению обычной четкости. Сначала такими фильмами могли бы быть музыкально-развлекательные.

Помимо достижений в эмульсионной технологии следует отметить работу, в результате которой разработано вещество и технология его применения, исключающие образование интерференционных колец Ньютона, образующихся в тонких воздушных средах при контакте пленок. Этим опытом представители «Кодак-Патэ» предложили поделиться. А это полезно было бы проверить и для борьбы с приглаживанием-прикаткой тонких и плохо защищенных слоев, склонных к образованию пятен, особенно при повышении влажности и тугой намотке.

Из работ по химии обработки, как говорилось выше, интересна персульфатная отбелка. Однако в связи с высокими требованиями к постоянству режима считаю, что это может быть опробовано лишь на

обработке позитива при большой загрузке (стабильности) работы машин. В противном случае могут иметь место потери плотностей. Более того, персульфат несовместим с красителями некоторых негативных пленок, в частности с красителем нижнего слоя пленки 5247. Поэтому для унификации отбелки на базе персульфата следует тщательно проверить ее совместимость с красителями, которые предполагается применять в новом комплекте пленок.

Говоря об обработке, следует отметить малочисленность штата относительно выпускаемого метража в одной из лабораторий, о чем было сказано в ответах на вопросы. Очевидно, это достигается высоким коэффициентом загрузки оборудования, чем обеспечивается высокая стабильность фотографического результата. Об этом говорит и малочисленный состав, занятый химическим и сенситометрическим контролем. Контроль всех параметров традиционен, без автоматического контроля.

Подводя итог, можно сказать, что современный комплект пленок фирмы «Кодак» позволяет решить практически все производственные и художественные задачи. В дальнейшем повышение чувствительности ближайшей задачей является разработка пленок повышенного качества с чувствительностью 25 и 50 ASA, а затем создание пленки с чувствительностью 2000 ASA. Считаю, что при современной оптике, осветительной и другой аппаратуре вопрос повышения качества пленок является первоочередным.

В работе симпозиума принимали участие и представители киностудий и институтов Киева, Минска, Риги, Таллина и других городов.

М. М. ЩЕДРИНСКИЙ

## Советско-венгерский семинар

В июле с.г. в Ленинграде состоялся первый семинар советских и венгерских специалистов «Перспективы развития цифрового звукового оборудования радиодомов и телекомпаний». Группу советских специалистов возглавляли директор ВНИИРПА им. А. С. Попова, к.т.н. Г. И. Власов и начальник отдела ГПТУ Гостелерадио О. П. Юсциков. Венгерской делегацией, состоявшей из 13 специалистов, руково-

водил директор завода BEAG Д. Ковач.

С основным докладом «Технико-экономическое обоснование нового поколения аппаратуры для радиодомов и телекомпаний» выступил начальник лаборатории ВНИИРП В. И. Щербина. По мнению Гостелерадио, новое поколение оборудования радиодомов и телекомпаний должно быть полностью цифровым и функционировать под управлением

многопроцессорной вычислительной системы. В докладе было отмечено, что хотя страны — члены ОИРТ находятся на передовых рубежах мирового уровня в теории кодирования, в теории цифровой магнитной записи и разработке международных стандартов в области цифровой звукотехники имеется известное отставание при реализации теоретических исследований в промышленные разработки.

Основные препятствия внедрения нового оборудования — его повышенная сложность, более высокая стоимость и отсутствие международных стандартов. Но сложность аппаратуры нового поколения должна компенсироваться гибкостью и универсальностью ее применения, а новый подход при комплектовании оборудования радиотелекомпаний и его более высокий коэффициент загрузки должны, по мнению докладчика, снизить стоимость до приемлемого уровня. В основу комплекта цифрового оборудования предполагается положить высокопроизводительный программируемый многовходовой звуковой цифровой процессор, выполняющий все виды обработки цифрового сигнала.

Комплексная программа интенсивного развития экономики стран-членов СЭВ на основе научно-технического прогресса на период до 2000 года определяет сроки создания и внедрения цифровых средств телевидения и радиовещания. Согласно программе внедрение начнется с 1990 г. переоснащением радиодомов и телекомпаний, и потребность Гостелерадио в этот период будет в цифровом, а не в аналоговом оборудовании.

Современному состоянию цифрового звукового оборудования в мире и тенденциям его развития было посвящено выступление доцента Будапештского политехнического института, технического директора фирмы грампластинок MHV, д.т.н. Ф. Такача. В докладе были подробно проанализированы параметры цифрового звука, которые становятся сопоставимыми с параметрами телевизионного сигнала. При 16-уровневом кодировании и частоте дискретизации 48 кГц полоса частот, необходимая для передачи цифрового стереоканала, около 1,5 МГц. Особое внимание было уделено цифровому оборудованию, применяемому в студиях грамзаписи, и перспективным носителям цифровой звуковой информации — компакт-дискам с лазерным считыванием. По мнению докладчика, еще долго, 10—20 лет аналоговое и цифровое оборудование будут сосуществовать и развиваться. Ускорение развития цифровой звукотехники будет связано

с появлением новых специализированных БИС.

В ходе обсуждения этих докладов некоторые специалисты указывали на сложность и невозможность быстрого перехода к цифровому вещанию. Часть специалистов считает, что наряду с разработкой цифровых устройств следует продолжить разработки аналогового и аналогово-цифрового оборудования, продолжающего оставаться перспективным на данном этапе развития техники. С точки зрения других следует сосредоточить усилия на разработке комплекса полностью цифрового звукового оборудования, соответствующего современному мировому уровню. Это сэкономит время, исключит распыление трудовых и материальных ресурсов. Остальные доклады на семинаре были посвящены научно-исследовательским работам, ведущимся в этом направлении.

Научный сотрудник П. Пфлигер сделал сообщение о цифровом микшерном пульте, разрабатываемом в Будапештском политехническом институте.

С работами по созданию унифицированного цифрового оборудования для радиодомов и телекомпаний познакомил участников ведущий инженер ВНИИРПА Б. Т. Мозгирев. Цифровой тракт такого оборудования разрабатывается в соответствии с концепцией многопроцессорной вычислительной системы с программируемой архитектурой и возможностью наращивания. В новом поколении аппаратуры предполагается унификация схемных и конструкторских решений. Программные и аппаратные средства должны быть модульными.

«Состав и структура звукового оборудования для перспективной цифровой студии радиодомов и телекомпаний» — тема доклада директора ВНИИРПА Г. И. Власова. Выбор состава и структура перспективного аппаратно-студийного комплекса должны сочетаться с преемственностью развития звукового оборудования, а также учитывать тенденции развития методов и технических средств цифровой обработки звуковых сигналов. Производст-

во нового оборудования будет переводиться на базу производства средств вычислительной техники со всеми ее особенностями.

Структурное построение цифрового радиодома в основном повторяет существующую схему, но в его состав вводится центральная коммуникационная система, которая создает необходимые внутренние связи между всеми частями аппаратно-студийного комплекса. Она обеспечивает подачу звуковых сигналов в любую аппаратную, организует требуемую конфигурацию звукового тракта в рамках комплекса.

В ходе обсуждения докладов выступили Д. Ковач, В. С. Неманов, Б. В. Некрасов, З. Вайдя, Я. Маккан, А. И. Белкин. В результате обсуждения семинаром были приняты совместные рекомендации, в которых говорится, что создание полностью цифрового радиодома и телекомпании сопряжено с большим объемом работ по разработке тематического обеспечения, на порядок превышающий объем работ по созданию матобеспечения для отдельного функционального узла, а также по разработке цифровых звуковых процессоров в интегральном исполнении и другой элементной базы. Разработчики двух стран выразили озабоченность в получении современной элементной базы, т.к. именно ею определяются все основные технико-экономические показатели оборудования.

В итоговом документе совещания рекомендовано в основу звукотехнического оборудования перспективного цифрового радиодома и/или телекомпании положить высокопроизводительный программируемый многовходовой процессор (или набор процессоров), выполняющий все виды обработки цифрового сигнала (включая регулировку уровня, микширование, фильтрацию, динамическую обработку и т.п.), систему дистанционного управления основным звуковым трактом, оборудование временного объединения, разделения и передачи сигналов, а также средства цифровой звукозаписи.

Подобные семинары рекомендовано проводить регулярно, не реже одного раза в год.

В. Я. ЕФРЕМОВ

# О результатах XI Всесоюзного конкурса на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок

В очередном Всесоюзном конкурсе на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок приняли участие 14 киностудий. Из 23 представленных фильмов 11 удостоены дипломов и премий.

## Дипломы I степени

1. «Зодиак», Литовская киностудия, оператор-постановщик А. В. Моцкус.

2. «Начни сначала», киностудия «Мосфильм», оператор-постановщик В. М. Климов.

## Дипломы II степени

1. «Воскресный папа», киностудия «Ленфильм», оператор-постановщик Г. С. Марапдяян.

2. «День гнева», киностудия им. М. Горького, оператор-постановщик А. Г. Рыбин.

3. «Накануне», киностудия им. А. П. Довженко, оператор-постановщик С. В. Шахбазян.

## Дипломы III степени

1. «Полевая гвардия Мозжухина», киностудия «Мосфильм», оператор-постановщик Ю. А. Невский.

2. «Проделки сорванца», Рижская киностудия, оператор-постановщик Д. Д. Симанис.

3. «Документ «Р», киностудия «Беларусьфильм», оператор-постановщик Ю. А. Елхов.

4. «Марица», киностудия «Ленфильм», оператор-постановщик Э. А. Розовский.

5. «Яблоневый сад», киностудия «Арменфильм», оператор-постановщик Г. Г. Авакян.

**Специальный диплом** жюри присужден кинофильму «В стреляющей глуши», Свердловская киностудия, оператор-постановщик В. И. Макаренец.

Приятно отметить, что в этом году более половины премий получили республиканские киностудии. И если закономерен успех операторов А. В. Моцкуса, С. В. Шахбазяна, Э. А. Розовского, А. Г. Рыбина, уже неоднократно выступавших на конкурсе, то приятной неожиданностью стала работа киностудии «Арменфильм» «Яблоневый сад» и впервые участвовавшего в конкурсе оператора Г. Г. Авакяна. Не первый раз отмечаются работы молодого белорусского оператора Ю. А. Елхова за творческий поиск и изобретательность. В фильме «Доку-

мент «Р» он впервые использовал приспособление, позволяющее снимать в павильоне актерские сцены на фоне цветных диапозитивов, что дало возможность добиться «иллюзии происходящего события в документально реальном интерьере». Опять удостоен награды Д. Д. Симанис — оператор Рижской киностудии. Как всегда интересно цветовое решение его фильмов, оригинальность которого достигнута разнообразными комбинациями специально изготовленных съемочных светофильтров.

В фильме «Начни сначала» оператор В. М. Климов в соответствии с изобразительной задачей получения «гиперреалистического изображения» почти не использовал съемочные светофильтры и успешно решил задачу создания реально-бытовой среды «скромными средствами». Отмечен и фильм Ю. А. Невского «Полевая гвардия Мозжухина», где хорошее изображение получено на художественно невыигрышном материале. Члены жюри отметили профессиональную работу Г. С. Марапдяяна, полностью использовавшего цветотографические возможности кинопленки. Из фильмов, не получивших наград, привлек внимание фильм «Свидетель», оператор Ф. А. Кучар, киностудия «Беларусьфильм», своей поразительной достоверностью и единством драматургии и изобразительного ряда.

Как правило в документации конкурса содержатся сведения о решении конкретных творческих задач, которые, безусловно, представляют интерес для широкой операторской общественности. Хотелось бы, чтобы конкурс стал своеобразной трибуной для обмена опытом между киностудиями.

Лучшие конкурсные фильмы были оценены экспертами в среднем на 4,5 балла, что соответствует в основном уровню, установленвшемуся с 1981 г., исключая 1983 г., когда фильм «Васса», снятый Л. И. Калашниковым, получил 4,7 балла. Общий же уровень технического качества — 3,9 балла, что ниже соответствующего показателя прошлых лет. Это снижение произошло в основном за счет большого количества посредственных фильмов, т. е. оцененных ниже 4-х баллов. Ежегодно процент таких фильмов составляет 25—30 %, в этом году процент их поднялся до 39. Несмотря

на постоянные призывы жюри к бюро операторских секций и техническим комиссиям киностудий о более требовательном отборе фильмов на конкурс, поток «макулатуры» не уменьшается, остановить его не удается. Речь идет не об операторских неудачах, а о безответственности тех ответственных лиц, которые представляя лицо своей студии, выдвигают на конкурс явно недостойную работу, зачастую идя буквально напролом, чтобы представить лишний фильм. Специальным пунктом в Решении жюри отмечено: просить Госкино ССР о предусмотрении мер по повышению ответственности киностудий за отбор фильмов, представленных на Всесоюзный конкурс.

Известно, что по условиям конкурса все представляемые фильмы снимаются на отечественных кинопленках. В этом году это пленки ЛН-8 и ДС-5М ШПО «Свема», лишь в фильме «Джигит всегда джигит» киностудии «Туркменфильм» частично использовалась пленка ЛН-8 КПО «Тасма».

Из представленных 23 картин 7 снято полностью на пленках ДС-5М; остальные — на ДС-5М и ЛН-8 с отдельным включением для решения творческих задач черно-белых пленок и СН-6. Стоит отметить, что до 1983 г. перевес был явно в сторону использования ДС-5М; в последующие годы применение пленок ЛН возросло до 50 % и выше.

Пленка ДС-5М, использованная в фильмах, имеет в основном чувствительность от 45 до 90 ед. ГОСТ. Пленка ЛН-8 лишь в трех картинах («Зодиак», «Обездоленные», «Вариант «Зомби») имеет чувствительность согласно действующим ТУ 100 ед., а в остальных от 65 до 90 ед. ГОСТ.

В операторских справках если и есть отзывы о пленке, то в основном отмечающие отдельные стороны ее использования. Например: оператор Д. Д. Симанис: «...довольно приемлемая ширина пленки ДС-5М дала возможность при применении цветных съемочных фильтров с различной кратностью экспозиционно ее не компенсировать; оператор Ю. А. Елхов: «...имеющаяся чувствительность позволяет реализовать творческий замысел... Наши пленки грешат цветоискажениями на нижнем участке характеристической кривой...»;

Р. В. Мещерягин (Свердловская киностудия): «...пленка воспроизводит безупречно объекты с интервалом яркостей 1:32».

Операторы А. Г. Владимиров и И. Б. Степанов хвалили пленку ДС-5М за мягкость и пластичность (в сочетании с засветкой), но отмечали низкую разрешающую способность и нестабильность. Оператор А. Я. Руус («Галлинфильм») указывает, что использованная им пленка ЛН-8 чувствительностью 100 ед. ГОСТ имела несколько повышенный разбаланс по чувствительности (2,1—2,2), который пришлось компенсировать на съемках использованием разных светофильтров на осветительных приборах. К сожалению, решить эту задачу полностью оператору не удалось. В бланках эксперты отмечали в основном неровность работы со светом, что отрицательно сказалось на оценке изобразительного решения фильма. Члены жюри всегда стараются выявить полноту использования возможностей пленки, за что, в частности, была отмечена работа оператора В. И. Макаранца Свердловской киностудии «В стреляющей глухи».

Операторы мало пишут о слож-

ностях работы с пленкой, беря на себя, таким образом, все недостатки получаемого изображения, хотя среди дефектов, отмеченных во время просмотров в оценочных бланках, наиболее часто встречаются:

потеря резкости в отдельных планах — 100 % фильмов;  
неровность по контрасту — 100 %;  
крупное зерно — 73 %;  
неровность по плотности — 65 %;  
зашумленный контраст — 56 %.

Ведь перечисленные выше недостатки могут возникнуть как по вине пленки, так и в процессе операторской работы.

По условиям конкурса, оценка проводится по эталонным копиям, подавляющее большинство которых напечатано на ПЦ-7, но есть копии и на ЦП-8Р, среди них и получивший I премию фильм Литовской киностудии «Зодиак». Все эталонные копии имеют контраст 2,9—3,2, причем больше 80 % имеют контраст выше 3,0.

Проведенный конкурс и выставления операторов-постановщиков позволяют сделать вывод, что для упрощения работы операторов и кинолабораторий и дальнейшего улучшения качества цветного изображения необходимо ускорить за-

вершение разработки новых кинопленок и значительно улучшить стабильность цветопередачи, уровень зернистости и резкости.

В этом году неоднократно возникал вопрос об определении понятия лучшего использования цветных кинопленок. Адекватно ли оно многокрасочности изображения и можно ли считать лучшим использование палитры с приглушенной цветностью или создание ограниченной цветовой гаммы (но не до монохромности) даже в согласии с драматургическим и художественным замыслом. Вопрос остался открытым, и было интересно узнать мнение по этому поводу ведущих мастеров.

Поскольку с течением времени интерес к данному конкурсу не ослабевает, жюри решило еще раз просить Госкино ССР об учреждении специальных знаков отличий победителей, упорядочении работы конкурса и сокращении сроков проведения. Для осуществления этих мероприятий необходимо активное участие Союза кинематографистов ССР.

И. А. Гюрджан, Е. И. Истомина

## Юбилей М. М. Щедринского

В октябре 1986 г. исполнилось 60 лет со дня рождения М. М. Щедринского, в этом же году он отмечает 35-летие инженерной деятельности и 30 лет работы на киностудии «Ленфильм».

М. М. Щедринский поступил на химико-фотографический факультет ЛИКИ и по окончании его в 1951 г. работал на фабрике кинопленки в Переславле-Залесском, где участвовал в создании новых типов пленок, в том числе таких, как односторонняя рентгеновская пленка с рекордной по тому времени чувствительностью, с высокой четкостью изображения и выпускаемая до сих пор пленка «Микрат-200».

В 1956 г. Щедринский начал работать на киностудии «Ленфильм», где опыт эмульсионера позволил ему наладить работу участка пленки. Непосредственный контакт с операторами помог ему углубиться в проблемы изобразительного решения фильмов и его технологического обеспечения. В период внедрения цветных пленок ЛН-3 и ДС-5 Щедринским на базе лаборатории светотехники технического отдела были стабилизированы усло-

вия испытаний пленок и была проведена систематизация их свойств, что позволило операторам уверенное использовать пленки при съемках и дало пленочным фабрикам более объективную информацию о качестве пленок. В этот же период для обеспечения стабильного качества цветных гримов и фактур им был разработан прибор для объективного контроля их цветности. Прибор был удостоен Серебряной медали ВДНХ.

В 1964 г. М. М. Щедринский был назначен руководителем лаборатории технологии изображения; это была первая в нашей стране лаборатория, деятельность которой охватила все этапы формирования изображения. Широкий профессиональный кругозор руководителя лаборатории обеспечил ему авторитет среди операторов не только «Ленфильма», но и других киностудий страны — они всегда могли получить квалифицированные рекомендации по всем вопросам, связанным с техникой и технологией решения стоящих перед ними изобразительных задач. Лаборатория работала в тесном контакте с пленоч-

ными фабриками и немало способствовала испытанию и освоению новых сортов пленок.

М. М. Щедринским впервые в отечественном кинематографе был разработан фенидон-гидрохиноновый проявитель для машинной обработки черно-белого негатива, резко повысивший чувствительность пленки, достигаемую при низком коэффициенте контрастности, что помогло внедрению раньше других студий нового комплекта пленок КН. Эта работа была признана изобретением, а за участие в синтезе и внедрении фенидона в кинопроизводство М. М. Щедринский совместно с группой ученых ЛИКИ был удостоен Менделеевской премии.

Среди других работ, выполненных Щедринским, следует отметить его участие в наладке и пуске цветной лаборатории в Сосновой Поляне, где по его совместно с сотрудниками предложениям было реализовано много технических новшеств, улучшивших технологию и охрану окружающей среды: разработка экспонометра с калькулятором, выпущенного в виде небольшой серии, что решило проблему экспономет-

рического контроля в период острого дефицита этих приборов; создание совместно с оператором Д. Д. Месхиевым технологии съемки и текущей обработки, позволившей получить эталонную копию фильма «Драма из старинной жизни» печатью всех его планов на одном паспорте (эта работа также была отмечена на ВДНХ); участие в разработке и внедрении на киностудии «Ленфильм» блуждающей маски по методу «синего экрана», в частности в обработке технологии конт-

ратипирования с использованием отечественных мелкозернистых пленок.

В числе последних работ, выполненных Щедринским, создание экспериментальной аппаратуры для дополнительной дозированной засветки, которая технологически была освоена совместно с операторами «Ленфильма» и внедрена на многих студиях страны.

В настоящее время М. М. Щедринский вместе с сотрудниками

ГОИ и ЦКБК принимает участие в работе по созданию отечественного комплекта светофильтров из окрашенного в массе стекла.

М. М. Щедринский член Союза кинематографистов СССР, активно участвует в работе Секции науки и кинотехники Ленинградского отделения СК СССР. Он более 20 лет руководит практикой студентов-операторов ВГИКа и передает свой большой опыт молодым инженерам и операторам.

## В Московском технологическом институте

Широкое развитие средств аудиовизуальной техники привело к появлению нового класса телевизионной бытовой аппаратуры — бытовых видеомагнитофонов и видеопроигрывателей. Ремонт и измерение этой сложной техники наряду с традиционными магнитофонами и электропроигрывателями представляет собой сложную задачу, требующую подготовки специальных кадров.

Учебно-методическим управлением Минвуза СССР утверждена программа курса «Бытовая аппаратура записи — воспроизведения», впервые разработанная к.т.н. Л. Г. Лишиным и к.т.н. В. П. Самохиным для высших учебных заведений страны по специальности «Радио-

техника» и специализации «Ремонт и обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры». Программа содержит три раздела: объяснительная записка, содержание дисциплины и примерный перечень тем лабораторных занятий. В основной раздел включены три темы: первая — механическая запись, в которую входят подразделы: элементы системы, носители записи, воспроизведение при механическом способе записи и бытовые электропроигрыватели. Вторая, наиболее сложная тема — бытовая магнитная запись с подразделами: элементы системы, характеристики канала записи — воспроизведения, магнитная звукозапись, магнитная видеозапись, автоматизированное

управление в магнитной записи, лазерные видеопроигрыватели. Третья тема — стандартизация и контроль качества БАЗВ с подразделами: обслуживание и ремонт БАЗВ, технология обслуживания и ремонта механизмов, диагностирование и настройка БАЗВ.

По дисциплине предусмотрено выполнение десяти тем практических занятий разной продолжительности, содержание которых способствует улучшению знаний студентов, развитию у них навыков работы с вычислительной техникой. В процессе занятий студенты выполняют две расчетно-графические работы и знакомятся с техническими описаниями серийной аппаратуры. Приведен список основной (5 наз.) и дополнительной (9 наз.) литературы.

## Памяти А. Я. Штаркера

Ушел из жизни один из старейших научных работников кинематографии, член Союза кинематографистов СССР, кандидат технических наук Абрам Яковлевич Штаркер.

Более 50 лет А. Я. Штаркер отдал развитию советской кинотехники. В 1935 году он окончил электротехнический факультет ЛИКИ и был оставлен в электровакуумной лаборатории института. Всю энергию, инициативу и знания А. Я. Штаркер посвятил разработке различных электровакуумных приборов, необходимых для советского кинематографа. К числу важнейших разработок, проведенных А. Я. Штаркером и под его руководством, следует отнести фотоэлемент для первой отечественной передвижки «Ге-

корд», копировальную лампу для печати фонограмм, разработку, освоение и внедрение в производство технологий изготовления высококачественных селеновых фотозлементов, конструкции и технологии нанесения специальных интерференционных покрытий на стеклянные подложки разного назначения, в том числе отражатели осветительных систем киноаппаратуры, и другие.

В период Великой Отечественной войны А. Я. Штаркер был направлен на работу начальником лаборатории Ленинградской кинокопировальной фабрики, которая в тяжелых блокадных условиях проводила тиражирование кинофильмов, затем работал главным энергетиком за-

вода «Ленкинап» в Самарканде.

Итогом научной деятельности А. Я. Штаркера было 26 научных статей, 17 авторских свидетельств на изобретения, некоторые из которых были запатентованы в ряде зарубежных стран.

А. Я. Штаркер всегда активно участвовал в общественной жизни. В течение многих лет его избирали заместителем председателя секции науки и техники Ленинградского отделения Союза кинематографистов СССР.

Память об А. Я. Штаркере — талантливом инженере, исследователе, трудолюбивом и добром человеке надолго останется в сердцах многих людей, с которыми он совместно трудился и жил.

# Рефераты статей, опубликованных в № 11, 1986 г.

УДК 621.792.053.004.14:778.5+678.049.16.004.4:778.5

**Интенсификация производства киноаппаратуры с помощью клевые соединений.** Бронников В. Л. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 3—7.

Дан анализ клеев, пригодных для применения в кинопромышленности, показаны преимущества клевые соединений перед традиционными (сварными, болтовыми, шпоночными). Табл. 4, список лит. 5.

УДК 778.53:534.322.3].001.24

**Расчет уровней акустического шума, излучаемого кинопленкой при работе киносъемочных и кинопроекционных аппаратов.** Виноградова Э. Л., Голубева Г. И., Либерман М. Ю. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 7—11.

Рассмотрена методика расчета уровней шума, излучаемого петлей кинопленки при работе киносъемочных и кинопроекционных аппаратов. Показано, что шум излучается при изгибах колебаниях петли кинопленки на ее собственных резонансных частотах. Выявлено, что результаты расчета уровней шума с помощью разработанной методики удовлетворительно согласуются с экспериментальными результатами. Ил. 2, список лит. 10.

УДК 621.397.611.006

**Перспективный пульт звукорежиссера радиотелецентров.** Грабчак А. В., Киренко А. Г., Кирш А. Б., Сторожук Ю. А. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 12—18.

Рассмотрены тенденции развития звукорежиссерских пультов, касающихся цифрового виртуального управления, дисплейного отображения информации, цифровой обработки звуковых сигналов. Предложен принцип управления, функциональный состав и архитектура перспективного пульта звукорежиссера РТЦ. Табл. 3, ил. 2, список лит. 12.

УДК 621.397.61:621.397.132].072.6.078

**Алгоритмы автоматической настройки камер ЦТ.** Бычков Б. Н., Тимофеев Б. С. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 18—27.

Приведены критерии выбора алгоритма автоматической настройки камер ЦТ по обобщенному показателю качества. Проведено исследование целевых функций. Осуществлено моделирование методов поиска экстремума функции качества, по результатам которого синтезирован оптимальный алгоритм настройки. Табл. 2, ил. 7, список лит. 11.

УДК 621.397.2.037.372

**Четырехкратное сокращение потока при аддитивном групповом кодировании ТВ изображений.** Кулик С. А., Сардыко С. В., Шмыголь А. С. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 27—32.

Проведено сравнение алгоритмов аддитивного группового и блочного усеченного кодирования изображений. Предложена аддитивная стратегия квантования коэффициентов при кодировании групп размером 2×2. Ил. 3, список лит. 14.

УДК 621.397.335

**Формирование сложных импульсных последовательностей в программно-аддитивном синхрогенераторе.** Головлев В. А., Уваров Н. Е., Хитрово Н. Г., Шеманков А. Н. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 32—36.

Изложен метод программно-управляемого импульсного обеспечения для ТВ систем, позволяющий формировать полные сигналы синхронизации и гашения без помощи дополнительных аппаратных средств. Представлена реализация метода с адресной записью управляющих программ в ППЗУ, имеющей целью исключить конструктивные доработки синхрогенераторов при изменениях состава импульсного обеспечения, обусловленных освоением производства новых ТВ установок или их модернизаций. Табл. 1, ил. 4, список лит. 6.

УДК 621.397.61.006

**Устройство индикации в системе отображения центральных аппаратных (АЦ-3, АЦ-8).** Дойч А. А., Кереш П. А. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 37.

УДК 791.44.071.52

**«Мы работаем для зрителя...»** Астахов С. В. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 38—41. В беседе с оператором-постановщиком фильма «Прорыв» обсуждаются изобразительные методы создания картины, в частности, применение комбинированных съемок, 70-мм пленки, съемочной и осветительной техники. Ил. 3.

УДК 791.44.071.53÷778.534.46

**Система «Суперфон» в фильме «Прорыв».** Шумячев Л. С. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 42—44.

Звукооператор фильма рассказывает о создании звукового ряда картины, в частности об использовании системы «Суперфон». Ил. 1.

УДК 791.43-92

**Документальное кино: взгляд из настоящего в будущее.** Ермакова Е. Ю. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 44—48.

Публикуется беседа с директором ЦСДФ о проблемах документального кино.

УДК 621.397.132:006(100)

**О выборе единого мирового стандарта ТВЧ.** Хлебородов В. А. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 49—51.

Обсуждается «экономичный» цифровой стандарт 12 : 6 : 6 для ТВЧ (937 строк, 50 полей/с) с общим потоком 848 Мбит/с, ориентированный на использование в телевизорах кадровой памяти.

УДК 681.846.7

**Магнитные измерительные ленты для настройки студийных и репортажных магнитофонов.** Никоноров А. И., Малинина А. А. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 51—54.

Приведены параметры и изложены некоторые вопросы технологии изготовления измерительных лент для настройки профессиональных магнитофонов. Табл. 2, ил. 6, список лит. 2.

УДК 621.397.61.006:65.011.56

**Метод автоматизированного распределения оборудования телецентра для обеспечения многопоясного вещания.** Горизонтов А. М., Штапель М. Г. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 55—57.

Предлагается метод построения расписаний загрузки аппаратуры телецентра, позволяющий в реальном масштабе времени решать задачу автоматизированного распределения оборудования для обеспечения многопрограммного вещания по нескольким часовым поясам. Список лит. 2.

УДК 771.531.35:620.178.152.341.4

**Модифицированный микротвердомер и методика определения микротвердости поверхности кинодокументов.** Себренников А. И., Громов Л. А., Чукаева С. Е. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 58—59.

УДК 654.197

**Устройство сопряжения измерителя параметров ТВ сигналов К2-35 с малогабаритным цифropечатающим устройством МПУ16-3.** Поздняков В. К. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 60—61.

Дано описание структурной схемы устройства сопряжения, его назначение и выполняемые функции, информация о результатах испытания в ГЦУМС макетного образца. Ил. 1.

УДК 778.535.7:654.197

**Формирование и передача субтитров в телевизионном вещании.** Быков В. В., Слободник А. Г. Техника кино и телевидения, 1986, № 11, с. 62—66.

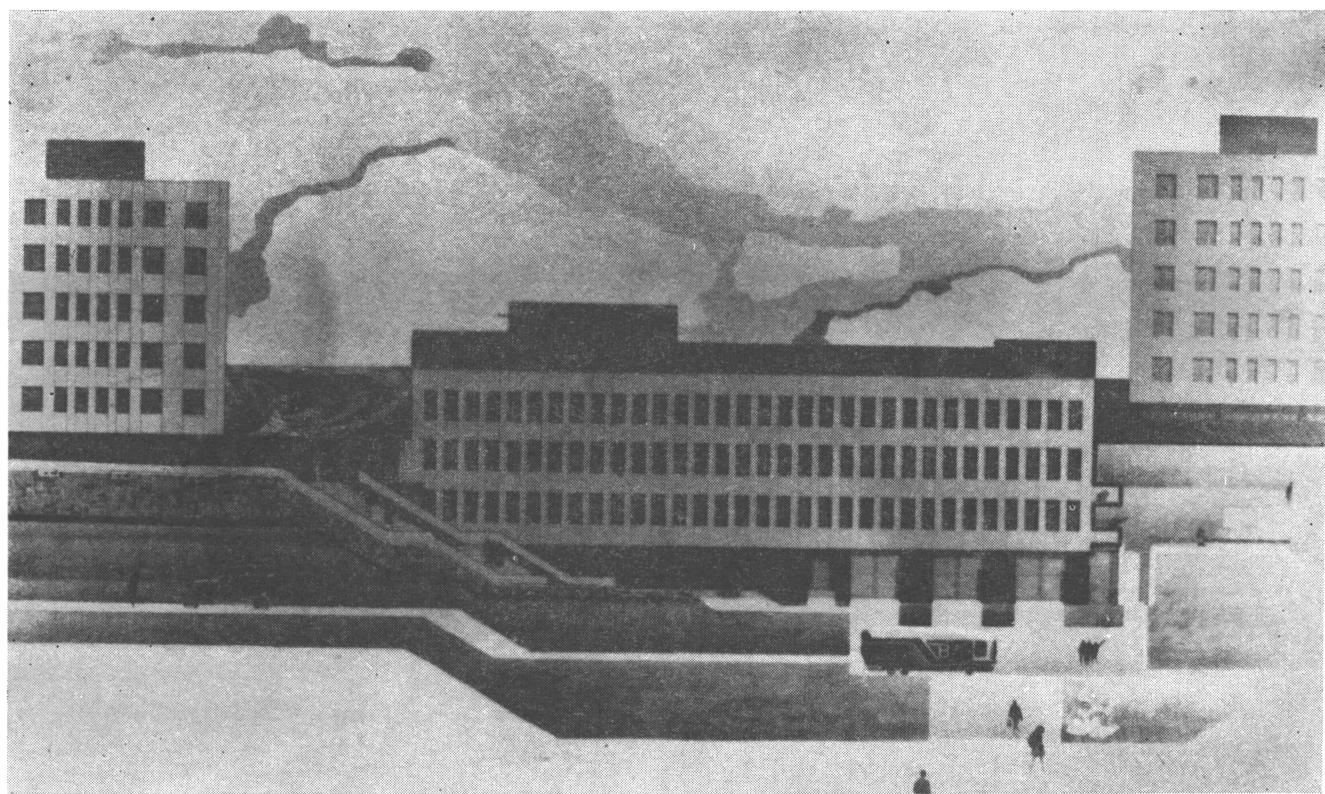
Рассмотрены зарубежные системы монтажа и выпуска субтитров для сопровождения телепередач, позволяющие подготовить субтитры с высокой скоростью и с использованием адресно-временных кодов для синхронизации с ТВ программами. Ил. 3, список лит. 12.

Художественно-технический редактор Э. М. Элькина  
Корректоры Н. В. Маркитанова, А. С. Назаревская

Сдано в набор 03.09.86. Подписано в печать 13.10.86 Т-15492  
Формат 84×108<sup>1/4</sup>. Печать высокая Бумага Неман.  
Усл. печ. л. 8,4 Усл.-кр.-отт. 9,73 Уч.-изд. л. 10,54  
Тираж 5.880 экз. Заказ 2447 Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром»  
Государственного комитета СССР  
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли  
142300, г. Чехов Московской области

# Телевидению Камчатки



В 1985 г. начато строительство аппаратно-студийного комплекса (АСК) радиотелецентра в Петропавловске-Камчатском, проект которого разработан Институтами Гипрокино Госкино СССР и Камчаткоммунпроекта. Проектировщики учили многое: и климатические особенности камчатского региона, в частности обильные снегопады, а следовательно, высокую нормативную снеговую нагрузку на здания, и сейсмичность, достигающую 9 баллов.

Здание комплекса поднимется на Советской улице Петропавловска, протянувшейся по западному склону сопки Петропавловской. Живописен небольшой распадок, где развернуто строительство, но он таит и немалые трудности. Перепад высот в пределах границ строительного участка достигает 18 м. Поэтому сложен и план здания нового комплекса. Оно спроектировано по блочному принципу, что позволяет точно приспособить здание к особенностям конкретного рельефа, разноэтажные блоки разделены швами сейсмической защиты. Оригинальна внутренняя планировка, учитывающая особенности технологии производства.

Строительство комплекса ведется в две очереди. В первую будет возведен блок подготовки программ, в котором на площади 2114 м<sup>2</sup> разместятся производственные и редакционные помещения, во вторую — технический блок с производ-

ственной площадью 5056 м<sup>2</sup>. В нем будут соседствовать комплексы телевидения, радиовещания и кино. Блоки первой и второй очередей соединяются двухэтажным блоком-вставкой, где разместится просмотровой зал и помещения для репетиций.

С вводом АСК в эксплуатацию объем телевизионного вещания Камчатки достигнет 16,7 ч/сут, в том числе местного 3 часа, включая 1 час собственного. Он будет обеспечен аппаратно-студийным блоком со студией площадью 150 м<sup>2</sup> и дикторской 60 м<sup>2</sup>. В составе технической базы телевидения предусмотрены телекинопроекционная и две аппаратные видеозаписи. В техническом блоке также разместится и центральная аппаратная комплекса.

Кинокомплекс рассчитан на годовой объем производства до 40 ч. В нем участки кинохроники и выездных съемок, обработки пленки и декорационно-постановочный, технические и ремонтные службы и т. п. В составе АСК предусматривается цех передвижных средств телевидения и радиовещания.

Ввод нового аппаратно-студийного комплекса на Камчатке приблизит к нам этот обширный, уникальный по природным богатствам край вулканов. Зрители общесоюзных программ смогут чаще встречаться с мужественными людьми, его осваивающими.

70972



В ближайших номерах:

Унификация проекционных ламп накаливания  
для линзовых конденсоров

Микропроцессоры в технике звукорежиссуры

Киноязык научного фильма

Точность цветового баланса  
в системе программной автокоррекции

Новый телевизионный объектив  
с переменным фокусным расстоянием

Матричные ПЗС с кадровым переносом  
фирмы «Филипс»

Техника кино и телевидения, 1986, № 11, 1—80

Цена 90 коп.