ISSN 0040-2249

Техника кино и телевидения

№ 8
1984

Журнал «Техника кино и телевидения» в 1985 г.

Всестороннее освещение наиболее актуальных проблем развития техники и технологии, научно-технический прогресс во всех областях кинематографии и телевидения лежат в основе планов публикаций журнала в 1985 г.

Журнал расширит публикацию обзорно-аналитических статей, находящих самую широкую аудиторию читателей. В этих статьях будет дан анализ тенденций и перспектив развития профессиональной техники кинематографии и телевидения, технологических, экономических проблем и организации труда в кино- и телепроизводстве, кинокопировальной промышленности, кинофикации и кинопрокате.

Видное место в публикациях займут статьи по цифровым системам и микропроцессорам в технике кино и телевидения, технике и системам космического ТВ, рациональным методам использования и сохранения фильмофонда, по голографическому кинематографу и изобразительной голографии и другим актуальным проблемам.

Под рубрикой «Техника и искусство» будут представлены материалы об опыте работы и творческой лаборатории лучших советских и зарубежных режиссеров и операторов, о взаимовлиянии и неразрывности техники и творчества. Эти статьи позволят изучить и обобщить опыт использования техники большими мастерами кино и ТВ, сделать его достоянием многих.

В 1985 г. будет значительно расширена публикация материалов, адресованных инженерно-техническому персоналу киностудий и телецентров. Новая рубрика «Рекомендовано в производство» посвящена оперативной информации о новой отечественной профессиональной аппаратуре, поступающей в серийное производство.

Изменен подход к подбору материала в традиционную рубрику «Из производственного опыта», где прежде всего будут публиковаться статьи о лучших рационализаторских и изобретательских работах, отобранных на основе централизованных конкурсов, проводимых Госкино и Гостелерадио СССР. Эти публикации призваны содействовать широкому и быстрому распространению наиболее эффективных изобретений и рационализаторских предложений, внесенных работниками кино и телевидения. Вводится специальная рубрика «В помощь инженеру», в которой будет постоянно печататься информация об особенностях эксплуатации современной профессиональной аппаратуры, технологических режимах ее настройки, контролю и ремонтно-профилактическим работам. На страницах журнала читатель найдет материалы по проблемам любительского кино и бытовой видеозаписи.

Будет продолжена публикация библиографических материалов, информация о конференциях и работе научно-технических обществ в нашей стране и за рубежом.

Подписаться на журнал «Техника кино и телевидения» можно у общественных распространителей печати, в пунктах подписки «Союзпечати», по месту работы и учебы, в агентствах «Союзпечати», а также любом отделении связи.

Стоимость подписки на год 10 руб. 80 коп. В розничную продажу журнал не поступает.

СОДЕРЖАНИЕ

Ермаш Ф. Т. Новый этап развития советской кинематографии 3

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Полосин Л. Л., Сорри Э. А., Шкуто Е. Ф. Расчет цветовоспроизведения фотографического изображения по характеристикам кинопленок 7
Васькин В. М., Овилко О. Г., Шрайбер С. И. Автоматизированное определение параметров коррекции при поэлементной печати кинофотоизображений 12
Никульский Е. В. Синхронный с изображением электронный монтаж фонограмм 23
Зуева Р. С., Константинова Т. В. Влияние оксиэтилцеллюлозы на качество раздельной обработки фонограмм цветных фильмокопий . 31
Бычков Б. Н., Дамбит В. А., Калинин Н. А., Кузнецов Н. Н., Ромашов Б. А., Тимофеев Б. С. Микропроцессорная система для автоматической настройки камер ЦТ 35
Терепинг А. А. Расширение полосы частот телефонных каналов, используемых для репортажей 42
Лапидес А. А. Фильтрация ТВ растра с помощью протяженного источника белого света 43

РЕКОМЕНДОВАНО В ПРОИЗВОДСТВО

Костюченкова Е. Н., Никифоров Ю. А., Тарасов Э. П. Переносной усилитель мощности У067 46

ТЕХНИКА И ИСКУССТВО

Кино говорит изображением. Беседа с оператором Ф. Ульдрихом 53

ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА

Буркацкий С. С. Генератор телевизионных сигналов 58
Урбанович К. И. Внедрение бригадной формы организации и оплаты труда при ремонте подвижного состава киностудии 59

ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

Бушанский Ф. Р., Миленин Н. К. Полностью полупроводниковые ТВ камеры 60

РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ 67

БИБЛИОГРАФИЯ

Новые книги 75

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

Итоги XVII Всесоюзного кинофестиваля 76
О результатах IX Всесоюзного конкурса на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок 76
Новое в технике и технологии комбинированных съемок . . . 77
К 75-летию профессора И. С. Голода 78
Авторские свидетельства 22, 78
Памяти В. Г. Лукачера 79
Рефераты статей, опубликованных в № 8, 1984 г. 80

Техника кино и телевидения

Ежемесячный научно-технический журнал Государственного комитета СССР по кинематографии

ИЗДАЕТСЯ С 1957 ГОДА

1984
№ 8
Август

Главный редактор **В. В. Макарцев**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. В. Андреянов, М. В. Антипин, И. Н. Александер, 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. Ю. Торочков, В. Л. Трусько, В. И. Ушагина, В. В. Чаадаев, В. Г. Чернов, Л. Е. Чирков (зам. главного редактора) **Г. З. Юшкявичюс**

Адрес редакции: 125167, ГСП, Москва, Ленинградский проспект, 47
Телефоны: 157-38-16; 158-61-18; 158-62-25

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

© **«Техника кино и телевидения», 1984 г.**

CONTENTS

Yermash F. T. A New Stage in the Soviet Cinematography Development 3

SCIENCE AND ENGINEERING

Polosin L. L., Sorry E. A., Shkuto E. F. Calculation of Photographic Image Color Reproduction from Motion-Picture Film Characteristics 7
The paper describes an engineering procedure for calculating positive photographic image chromaticity coordinates from the negative-positive process actual characteristics. The calculational accuracy of the said procedure is shown to be sufficient for analyzing color reproduction in cinematographic and telecine reproduction processes.

Vas'kin V. M., Ovilko O. G., Schreiber S. I. Automated Determination of Correction Parameters in Step-by-Step Motion Picture and Photographic Image Printing . 12
In the paper the results of determining optimum gradation and MTF correction parameters in step-by-step motion picture and photographic image printing on electronic printers are considered. Automatic choosing the optimum step-by-step printing parameters is based on estimating the optical density histogram and gradient histogram of the positive print resulted from the stage of mathematical simulation of gradation conversions performed by the printer processor.

Nikul'sky E. V. Electronic Picture-and-Sound Editing 23
The paper considers an experimental unit for electronic picture-and-sound editing and its address-digital control system. The advantages of electronic editing and its techniques are discussed.

Zueva R. S., Konstantinova T. V. The Influence of Hydroxy-Ethyl-Cellulose on the Quality of Separate Color Release Print Sound Track Processing 31
The use of hydroxy-ethyl-cellulose (HEC) in the developer formula for reprocessing sound tracks on color positive motion picture films has been studied. The paper shows that replacing carboxymethyl cellulose by HEC in the viscous developer formula enables better quality of color release print sound tracks and makes easier the labour-consuming process of developing solution preparation.

Bychkov B. N., Dambit V. A., Kalinin N. A., Kuznetsov N. N., Pomashov B. A., Timofeev B. S. A Microprocessor System for Automatic Color TV Camera Set-up 35
The paper considers a system designed for automatic color TV camera set-up using microcomputers. The system design principles are analysed, the value function extremum search algorithm and block-diagram of the system are given.

Tereping A. A. Widening the Bandwidth of Telephone Channels Used for Reportages 42
The author considers two systems used for transmitting interviews and reportages via telephone channels. They make it possible to widen the bandwidth of these channels 5—10-fold at the expense of the band in the low frequency range.

Lapides A. A. Television Raster Filtering by Means of the Extended White Light Source 43
The requirements for the source spatial coherence in TV raster filtering have been studied. The paper illustrates theoretically and experimentally that filtering is done by means of the extended source. Such an application introduces no additional noises in the enhanced image and from the equipment point of view is more simple than the use of alternative filtering methods.

RECOMMENDED INTO PRACTICE

Kostjuchenkova E. N., Nikiforov Yu. A., Tarasov E. P. The У067 Portable Power Amplifier 46
The paper presents the basic technical data on the У067 power amplifier developed to replace the У059 amplifier. The У067 individual sub assemblies are considered which are not available in the У059 amplifier or significantly different from its similar sub-assemblies.

ENGINEERING AND ARTS

Film Language is Image 53
The conversation with one of the leading cameramen of the CSSR F. Uldrih on his creative principles is published.

FROM PRODUCTION EXPERIENCE

Burkatsky S. S. A TV Signal Generator 58
In the paper the schematic diagram and operation principles of a TV test signal generator are considered. Using these signals, one can monitor and correct the TV-set parameters.

Urbanovich K. I. Introducing the Brigade Form of Labour Organization and Payment in Repairing the Film Studio Vehicles 59
The paper deals with the results of introducing the brigade form of labour organization and payment using the labour share coefficient in the vehicle repair shop at Belarusfilm Film Studio.

FOREIGN TECHNOLOGY

Bushansky F. P., Milenin N. K. Fully Semiconductor TV Cameras 60
The paper considers a matrix imager and matrix-based TV cameras of foreign production; their features and technical characteristics are given.

ABSTRACTS 67

BIBLIOGRAPHY

NEW BOOKS 75

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL NEWS

The XVII All-Union Film Festival Results . . . 76
On the Results of the IX All-Union Competition for the Best Use of Home Color Motion-Picture Films . . 76
Novelties in Technique and Technology of Special Effects Shooting 77
Commemorating the 75-th Birth of Prof. I. S. Golod 78
Inventor's Certificates . 78

□ □ □

Новый этап развития советской кинематографии

Ф. Т. Ермаш,
Председатель Государственного комитета СССР по кинематографии

В жизни советского кинематографа произошло значительное событие, которое можно расценить как начало нового этапа его истории: в апреле 1984 г. Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О мерах по дальнейшему повышению идейно-художественного уровня кинофильмов и укреплению материально-технической базы кинематографии». Партия ставит перед мастерами киноискусства, чье творчество обращено к многомиллионной зрительской аудитории, ответственные задачи — формировать и возвышать духовный уровень общества, активно воспитывать идейно-политические и социально-нравственные устои личности на принципах социализма и пролетарского интернационализма, непримиримости к враждебной идеологии и морали.

В решении партии и правительства ярко отразились большое внимание, постоянно оказываемое нашему кинематографу, глубокое понимание его многогранных проблем, эффективная и конкретная помощь в их разрешении. Такое внимание и такая помощь неизменно оказывались советскому кино на всех этапах его 65-летнего развития.

Постановление стало закономерным развитием принципиальных положений и идей, которые выдвигает сегодня партия перед всей сферой идеологии. Постановление является практическим претворением задач, сформулированных в докладах и речах Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища К. У. Черненко на июньском (1983 г.), февральском и апрельском (1984 г.) Пленумах ЦК КПСС и в его выступлениях.

Решая исторические задачи экономического, социального и культурного развития общества, партия неизменно исходит из ленинского принципа единства идеологической, организаторской и экономической работы. В этой связи большое место отводится многонациональной советской художественной культуре и в том числе советскому кинематографу, обращенному к многомиллионной зрительской аудитории.

«Строить социализм и совершенствовать его, — говорил в своей речи на встрече с избирателями К. У. Черненко, — значит не только возводить современные заводы и электростанции, украшать нашу землю, наши села и города. Это непременная, но отнюдь не единственная забота коммунистов. Преобразуя условия жизни людей, необходимо в то же время делать все для их идейно-нравственного возвышения. Ясно, что без большой работы по духовному развитию людей, их социалистическому воспитанию с задачами совершенствования зрелого социализма не справиться».

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР опирается на конкретный анализ современных социальных, культурных и экономических условий, в которых работает кинематограф, точно учитывает его специфику и перспективы развития, намечает пути дальнейшего повышения идейно-художественного уровня всей нашей системы и каждого из ее звеньев. Оно вобрало в себя множество предложений и пожеланий, высказанных творческими деятелями и организаторами производства на протяжении последних лет. Трудно назвать вопрос или проблему развития кинематографии, которые в той или иной степени не были бы отражены в этом документе.

Постановление в неразрывном единстве рассматривает идейно-творческие, организационные и материально-экономические вопросы кинематографии. Это долгосрочная, хорошо продуманная, сбалансированная во всех своих компонентах программа нового этапа развития советского кино.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР высоко оцениваются заслуги кино перед государством и народом.

«Советская кинематография — отмечается в постановлении, — вносит существенный вклад в развитие социалистической художественной культуры, активно способствует идейному, нравственному и эстетическому воспитанию людей. Некоторые фильмы последних лет привлекли внимание зрителей убедительным показом важных сторон социального и духовного развития нашего общества, его достижений, высоким профессиональным уровнем».

Отечественный кинематограф накопил большой опыт, в его арсенале есть фильмы, в том числе и фильмы самого последнего времени, которые свидетельствуют о весомых достижениях в различных тематических и жанровых направлениях киноискусства. Среди них «Твой сын, земля», «Вкус хлеба», «Надежда и опора», «Дублер начинает действовать», «Мужчины без женщин», «Частная жизнь», «Остановился поезд», «Несколько интервью по личным вопросам», «Магистраль», «Берег» и другие.

Немало места и внимания в постановлении уделено обеспечению роста идейно-художественного качества каждого фильма.

Намеченные Госкино СССР конкретные мероприятия по перевооружению материально-технической и организационно-финансовой базы фильмопроизводства полностью соответствуют постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР. В выступлении на Всесоюзном совещании работников кино член Политбюро ЦК КПСС, первый заместитель Председателя Совета Министров СССР Г. А. Алиев подчеркнул: «Задачи и требования идейно-художественного порядка в постановлении тесно увязаны с обширным

комплексом мер, направленных на укрепление материально-технической базы кинематографии, решение ее насущных организационных, финансовых и хозяйственных вопросов. Удовлетворены практически все пожелания кинематографистов в этой области. Так что и в этом плане постановление является одним из самых всеобъемлющих, масштабных за всю историю советского кино, подводит под его развитие прочную материально-финансовую базу».

Задача всех работников кинематографии и состоит в том, чтобы привести в действие все резервы и максимально использовать новые возможности. Тем более, что в постановлении выдвигается принцип активного стимулирования создания важных в идейно-политическом плане, ярких и зрелищных фильмов, которые могли бы привлечь в кинозалы самую массовую зрительскую аудиторию и оказать на нее сильное воспитательное, облагораживающее воздействие.

Одна из важнейших задач, стоящих перед советской кинематографией, — повышение зрелищного потенциала кинофильмов. Не случайно в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР подчеркнуто, что «ряду кинолент недостает динамизма, зрелищной яркости...». Такое положение весьма влияет на итоги деятельности нашего кино в целом, потому что фильм, лишенный свойственного нашей современности динамичного ритма, зрелищно невыразительный, не может рассчитывать на внимание советских зрителей, даже если его авторы ставили перед собой самые серьезные идейно-художественные задачи. Разумеется, нам не нужна бездумная зрелищность сама по себе, но нисколько не поступаясь принципиальными идейными позициями, мы должны всячески повышать зрелищный потенциал фильмов.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР предусмотрен целый ряд мер, которые открывают новые возможности для решения этой задачи. Прежде всего это касается материального стимулирования создателей художественных кино- и телефильмов, сложных в постановочном отношении. Киностудиям разрешено дополнительно вводить в состав съемочных групп таких фильмов кинорежиссера, оператора-постановщика и художника-постановщика с выплатой им полного постановочного вознаграждения. Для фильмов со сложными комбинированными съемками предусмотрены повышенные постановочные вознаграждения для кинооператоров и художников комбинированных съемок. Материальное стимулирование за постановку особо сложных фильмов будет распространено и на работников других профессий.

Однако само по себе материальное стимулирование не решит задачи повышения зрелищности фильмов, если на киностудиях не будут созданы необходимые материально-технические условия. Если говорить о технической базе, то прежде всего это касается реконструкции павильонов и цехов декоративно-технических сооружений. Без этого нельзя ждать прогресса в съемке зрелищных фильмов, особенно фильмов повышенной постановочной сложности, которым в постановлении уделяется большое внимание.

В последние десятилетия практически все киностудии страны завершили строительство новых павильонов и частично реконструировали старые. Но даже павильоны, вновь построенные 10—12 лет назад, не всегда удовлетворяют современным требованиям, что сдерживает рост производительности труда, не позволяет возводить декорации повышенной сложности. Предусмотренное постановлением завершение реконструкции киностудий, в частности «Мосфильма», «Ленфильма», им. М. Горького, и строительство в г. Ялте второй очереди Южной базы должно вестись так, чтобы каждую киностудию обеспечить хотя бы одним павильоном, технически оснащенным всем необходимым для создания любых зрелищных эффектов. Это значит, что наряду с современными средствами механизации и управления операторским освещением павильоны должны обеспечивать возможность синхронной записи звука, иметь бассейны, мощные воздуходувные системы, гладкие полы, позволяющие шире использовать подвижные операторские приспособления, и т. п.

Не меньшее значение имеет и техническое перевооружение цехов декоративно-технических сооружений, внедрение и здесь новейшей техники, новых материалов и технологий. На многих студиях нашей страны накоплен опыт использования современных отделочных материалов, в том числе синтетических, новых технологий изготовления архитектурных деталей и реквизита, включая детали и реквизит многократного применения. Но работы эти ведутся разрозненно, часто в кустарных условиях, накопленный опыт обобщается недостаточно, ценные усовершенствования, внедренные на отдельных киностудиях, не становятся достоянием других. Очевидно, следует принять меры к созданию на одной из ведущих киностудий головной лаборатории по кинодекорационной технике с производственным участком, обеспечивающим централизованное изготовление архитектурных деталей, реквизита и бутафории из синтетических материалов по заказам всех киностудий страны. Вероятно, следует изучить вопрос и о централизованном изготовлении фундуса и крепежных элементов к нему, продолжить начатые и незавершенные работы по созданию долговечного фундуса или отдельных его деталей из синтетических материалов. Следует также внимательнее присматриваться к зарубежному опыту в этой области, особенно к опыту киностудий социалистических стран, смелее идти на кооперацию с ними для создания новых отделочных материалов и технологий.

Важнейшую роль в повышении зрелищности фильмов играют комбинированные съемки. Операторы и художники комбинированных съемок, инженеры и техники соответствующих цехов сумели добиться высокого уровня съемок комбинированных кадров и специальных эффектов в отдельных научно-фантастических и приключенческих фильмах, но в целом положение неудовлетворительно. Производственно-техническому управлению Госкино СССР, техническому руководству госкино союзных республик и киностудий необходимо модернизировать техническую базу комбинированных съемок, специализировать цеха комбинированных съемок крупных студий по отдельным, наиболее сложным видам съемок («блуждающая маска», сложная трюковая печать, изготовление сложных динамических «шапок» и т. п.) с тем, чтобы их централизованно вести для всех киностудий страны или регионального «куста» киностудий.

Особое внимание следует уделить состоянию макетного дела. Только высокое качество макетов может обеспечить высокое качество комбинированных съемок в целом. Прежде всего нужно создать макетно-бутафорские подразделения на более высоком организационно-техническом уровне, чем те, которыми мы сейчас располагаем. Следует решить вопросы подготовки кадров макетчиков-бутафоров, оснащения макетно-бутафорских участков средствами малой механизации, передачи опыта лучших участков всем остальным. Немалое значение имеет и такая производственно и экономически важная проблема, как хранение и многократное использование макетов. Это особенно относится к макетным съемкам самолетов, кораблей, автомобилей, паровозов и т. п. Должны шире использоваться средства дистанционного управления подвижными макетами и телевизионная техника при съемке больших и сложных макетов.

Повышение зрелищного потенциала фильмов — проблема комплексная. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР обеспечивает реальную возможность ее решения, но при условии, что за него возьмутся все работники цехов и отделов киностудий, начиная со сценарного отдела и кончая ОТК. Свой серьезный вклад в решение этой проблемы должны внести и специалисты НИКФИ, ЛИКИ и Гипрокино, работники всех звеньев Госкино СССР.

Киноорганизациям предстоит в относительно короткие сроки разработать реально осуществимую программу

строительства и реконструкции объектов кинематографии на XII пятилетку. При этом следует исходить из того, что советский кинематограф — единый организм, поэтому местнический подход здесь совершенно недопустим. Нужно смело, ломая предубеждения, с учетом рационального и эффективного использования идти на создание централизованных производственных объектов. В том числе по созданию базовых цехов комбинированных съемок, обработки фильмовых материалов, звукотехнических комплексов. Необходимо организовать централизованную службу проката уникальной техники, создать Всесоюзную базу сценическо-постановочных средств для обслуживания всех киностудий страны.

Систематическое плановое техническое перевооружение киностудий является непременным условием обеспечения постоянно растущих требований к техническим средствам фильмопроизводства. Как показывает практика, только комплексное внедрение новой техники и прогрессивной технологии создает реальные условия для эффективного использования их в фильмопроизводстве. Следует помнить, что эффективное использование материально-технической базы производства возможно только при расширении и укреплении различных форм кооперации между киностудиями, и это должно стать постоянной заботой Госкино СССР и руководства киностудий.

В постановлении отмечается, что неудовлетворительное качество отечественных кинопленок, съемочных камер и других видов техники ограничивает художественные возможности киноискусства. Действительно, запросы советских людей заметно выросли, зрителям уже недостаточно того, что фильм раскрывает животрепещущую тему, что режиссер хорошо поставил его, актеры хорошо сыграли, а оператор, художник и звукооператор создали убедительное изобразительное и звуковое решение. Наши зрители справедливо хотят смотреть фильм с высоким качеством изображения и звука, смотреть его в комфортных условиях.

Это может быть достигнуто только тогда, когда материально-техническая база кинематографии, начиная от предприятий, изготовляющих пленку и аппаратуру, и кончая кинотеатром, будет отвечать самым современным требованиям. Необходимо поднять уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ всех организаций, создающих новую технику и технологию кино.

Нашей кинематографической наукой сделано многое. Советские ученые совместно с конструкторскими организациями и промышленностью создали разнообразную киноаппаратуру, в последние годы разработали оригинальную систему «Стерео-70», сейчас работают над проблемой объемного голографического кино, занимая ведущие позиции в мире.

Однако ряд насущных проблем не решен или решается слишком медленно. Мы далеки от окончательного решения проблем электронного кинематографа, перевода изображения с магнитной ленты на кинопленку. НИКФИ практически не занимается современной техникой комбинированных съемок, все еще не упорядочены форматы снимаемых фильмов, пока безрезультатны исследования по проблеме повышения качества звука в кинотеатрах.

Общие итоги трех лет XI пятилетки по разработке новой техники в целом положительны. Все предприятия и организации Госкино СССР выполнили большой объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по совершенствованию техники и технологии. За три года разработано и рекомендовано в производство на киномеханических заводах НПО «Экран», на заводах и других предприятиях госкино ряда союзных республик, в опытных производствах, а также на предприятиях других министерств свыше 120 новых аппаратов, приборов, устройств и материалов для производства, тиражирования и показа фильмов. В числе этих изделий модели киносъемочных камер, линейка сверхсветосильных съемочных объективов, проявочные машины и копировальные аппараты, аппараты фотографической записи звука нового поколения, портативная аппаратура первичной звукозаписи, осветительные приборы, штативы и распределительные устройства, измерительные комплекты и многое другое.

Однако разработка нового изделия, даже очень важного для прогресса отрасли, мало что дает ее технической базе; главное — освоение изделия производством, внедрение на киностудиях, копировальных фабриках, в кинопрокате и киносети. К сожалению, здесь картина уже не столь оптимистична. С начала пятилетки освоено производством лишь 70 новых изделий.

В эпоху научно-технической революции, в которой мы живем, время как бы спрессовано, сроки проведения НИР и ОКР, внедрения новых изделий в серийное производство должны постоянно сокращаться, в то время как сложность выпускаемой киноаппаратуры, ее насыщенность электроникой, системами локальной и централизованной автоматизации, микропроцессорного управления и диагностики постоянно возрастают. В этих условиях наметившаяся в наших организациях тенденция увеличения сроков научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, мелкотемье, недостаточные темпы внедрения новой аппаратуры в серийное производство, не отвечающая современным требованиям надежность выпускаемой аппаратуры не могут не тревожить.

Производственно-техническому управлению Госкино СССР, НИКФИ, НПО «Экран» следует принять решительные меры к преодолению отмеченных недостатков в кратчайшие сроки. Постановление не только обязывает нас к этому, но и предусматривает необходимые материально-финансовые и организационные мероприятия. Важно всемерно ускорить запуск в производство и выпуск новой техники и материалов на заводах кинопромышленности и смежных министерств, повысить надежность всех видов кинотехники, ускорить ее внедрение на киностудиях, кинокопировальных фабриках, в конторах кинопроката и киносети. Следует резко поднять уровень технической эксплуатации аппаратуры, оборудования и контрольно-измерительных приборов на всех кинопредприятиях, обеспечивая высокое качество выполнения всех операций и, в конечном итоге, высокое качество фильмокопий и их показа в каждом кинозале страны.

В настоящее время актуально внедрение в процессы фильмопроизводства телевизионной техники и видеозаписи. Госкино СССР намечено поэтапное внедрение этой новой прогрессивной технологии на киностудиях «Мосфильм» и ЦСДФ. Киностудии уже ряд лет занимаются внедрением телевизионной техники. Однако этим работам не хватает комплексности и конечный результат пока невелик.

Особое место занимает проблема качества звука и звуковой культуры кинофильмов, в том числе стереофонических. Занимаясь улучшением качества киноизображения, мы фактически не уделяли должного внимания качеству звука. А это столь же важный компонент кинопроизведения, как и изображение. Последнее десятилетие качественные показатели фотографических фонограмм практически не улучшились. Нужно решительно покончить с этим, и, здесь мы вправе требовать от нашей науки принятия конкретных рекомендаций коренного и быстрого улучшения параметров фонограмм, звука в кинозалах.

Настораживает низкая звуковая культура многих широкоформатных фильмов, где стереофоническая фонограмма подменена на «распараллеленную» на пять каналов обычную монофоническую фонограмму. И не следует удивляться справедливым нареканиям наших зрителей, которых эта «рационализация» не устраивает. Научным организациям необходимо ускорить работы по созданию и внедрению многоканальных стереофонических систем для 70- и 35-мм кинофильмов повышенного качества.

Госкино СССР предусмотрена разработка и создание материально-технической базы для многоканальной стереофонической записи повышенного качества на киностудиях «Мосфильм» и имени А. П. Довженко.

Решению поставленных задач будет способствовать пре-

дусмотренное постановлением выделение средств на укрепление и развитие материально-технической базы, расширение и реконструкцию предприятий, в том числе ЦКБК, Московской кинокопировальной фабрики, Одесского и Московского заводов киноаппаратуры, ведущих киностудий.

В постановлении подчеркивается, что «...острая нехватка кинопленки сокращает тиражирование новых фильмов, вынуждает использовать изношенные копии». От этого в первую очередь страдает зритель. Но проблема не только количественная, не менее важно решительно повысить качество отечественных кинопленок, подняв его до уровня лучших зарубежных образцов. Сейчас Госкино СССР совместно с Минхимпромом СССР принимает меры к разработке и освоению в XII пятилетке производства нового комплекта цветных кинопленок (негативной, контратипной, позитивной) с параметрами, соответствующими лучшим зарубежным образцам.

Для улучшения кинообслуживания населения предусматривается широкое строительство новых кинотеатров прежде всего в районах массовой жилой застройки городов с ежегодным вводом в эксплуатацию не менее 50 кинотеатров за счет капитальных вложений. Предусматривается также строительство, реконструкция и техническое перевооружение кинотеатров за счет местных источников. Улучшению работы киносети, повышению качества кинопоказа поможет и выделение капитальных вложений на строительство объектов кинопроката, ремонтно-производственных предприятий, ПТУ по подготовке киномехаников и дополнительная поставка специализированных автомобилей для киносети.

Намеченная постановлением программа мероприятий должна выполняться людьми — от их заинтересованности в деле, квалификации, верности избранной специальности самым существенным образом зависит конечный итог нашей работы по реализации этой программы. Необходимо постоянно совершенствовать систему подготовки и переподготовки кадров среднего и высшего уровня квалификации, привлекать к творческой работе наиболее талантливую молодежь.

Уже из этого краткого перечня мероприятий по совершенствованию технической базы кинематографии хорошо видны те новые возможности, которые открывает перед советским кино постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР. Теперь дело за тем, чтобы в кратчайший срок начать работу по его выполнению. Мы обязаны рассматривать постановление как государственное задание, как партийный наказ, направленный на повышение роли кинематографа в коммунистическом созидании. Ко всем работникам кино, как и ко всем советским людям, обращены слова Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища К. У. Черненко, прозвучавшие в его речи на апрельском Пленуме ЦК КПСС: «...будет правильно, если все мы, каждый из нас запретим себе какую бы то ни было расслабленность. Беспокойство, даже, если хотите, тревога за государственный план не должны оставлять нас ни на минуту».

Ответственность кинематографистов тем более возрастает, что работа по выполнению постановления будет проводиться в период подготовки к XXVII съезду КПСС. Перед кинематографистами поставлена важная и ответственная задача. И лучшим ответом на заботу партии станет инициативная, творчески насыщенная работа всех, кто посвятил свой талант и знания благородному делу служения советской кинематографии.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

УДК 778.534.2:778.68:778.5:621.397.13]:778.68

Расчет цветовоспроизведения фотографического изображения по характеристикам кинопленок

Л. Л. Полосин, Э. А. Сорри, Е. Ф. Шкуто

Необходимость расчета цветовоспроизведения в негативно-позитивном фотографическом процессе возникает при оценке цветовоспроизведения кинематографических и кинотелевизионных систем различного назначения их разработке, моделировании позитивного цветофотографического процесса в ТВ цветоанализаторах, записи цветных ТВ изображений на кинопленку, телекинопроекции и т. д.[1].

Известны расчетные соотношения — уравнения цветовоспроизведения [2, 3], которые связывают параметры оригинала и фотографического изображения. Наиболее простую форму имеют уравнения связи количества голубого, пурпурного и желтого красителей (субтрактивных координат) в изображении на цветной позитивной пленке непосредственно с экспозиционными плотностями в красной, зеленой и синей спектральных зонах снимаемого объекта для данного процесса [2].

Более сложные уравнения позволяют провести анализ негативно-позитивного процесса на его отдельных этапах [3]:

$$C_п = C_п^{(о)} - \|\gamma_п\| \, \|\delta^н\| \, [C_н^{(о)} - \|\gamma_н\| \, \|\delta^п\| \, C]. \qquad (1)$$

где $C_п$ и C — субтрактивные координаты позитивного изображения и дубликационного оригинала; $C_п^{(о)}$ и $C_н^{(с)}$—концентрации красителей в позитивном и негативном изображениях наиболее светлого белого участка оригинала; $||\gamma_п||$ и $||\gamma_н||$ — диагональные матрицы с элементами, равными коэффициентам контрастности цветоделенных позитивных и негативных изображений; $||\delta^н||$, $||\delta^п||$— девятикомпонентные квадратные матрицы цветоделительных характеристик негативного и позитивного процессов.

Эти уравнения являются линейными преобразованиями. В реальных фотографических процессах отклонение преобразований от линейного закона обусловлено рядом факторов, среди которых нелинейности градационных характеристик и цветоделения, нелинейная зависимость остаточных концентраций маскирующих компонентов от образовавшихся красителей [4—6] и др. На нижнюю нелинейную часть характеристических кривых позитивных пленок, например, приходится от 0,5 до 0,7 рабочего диапазона логарифма экспозиций [4]. Отклонения от линейного закона функций эффективных плотностей по выделяемым красителям зависят от селективности светочувствительных приемников [5]. С уменьшением селективности эти отклонения возрастают.

За параметры изображения в уравнении (1) приняты субтрактивные координаты. Однако судить о цвете изображения и его изменении только по субтрактивным координатам и различиям в них трудно. Точность анализа и оценки цветовоспроизведения можно повысить, если в расчетах использовать реальные характеристики фотографического процесса.

Конечной целью этой работы было создание инженерной методики расчета цветовых координат изображения по реальным характеристикам негативно-позитивного процесса. Цветовые координаты позитивного изображения рассчитывают по функциональным преобразованиям [7], которые позволяют рассматривать передачу информации о цвете от оригинала до изображения последовательно через все этапы негативно-позитивного процесса. При этом допускается вывод информации на любом этапе и возможен учет нелинейного характера основных характеристик процесса. Точность расчетных значений оценивают с учетом зрительного восприятия цветовых различий. С этой целью расчетные соотношения сопоставляют с экспериментально найденными значениями в равноконтрастном цветовом пространстве.

Алгоритм расчета цветовых координат

Последовательность расчета по рассматриваемой методике поясняется рис. 1. Тем или иным значениям функции спектрального распределения интенсивности излучения на оригинале соответствуют экспозиционные плотности $D_{эi}$ в светочувствительных приемниках элементарных слоев негативной

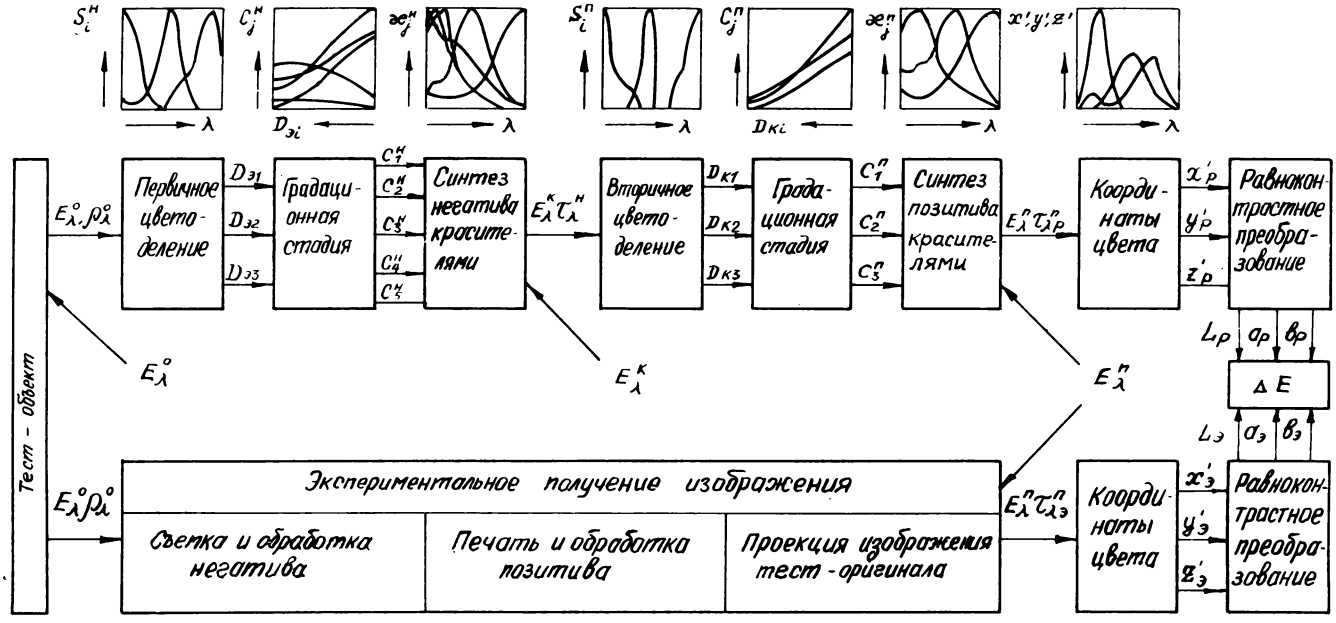


Рис. 1. Последовательность расчета

пленки. Заметим, что в расчетах удобно пользоваться не экспозициями, а логарифмами относительных значений экспозиций. Спектральное распределение энергии излучения источников света обычно приводится в относительных единицах; градационные характеристики снимаются в логарифмическом масштабе:

$$D_{эi} = \lg \int E^{o}_{\lambda} S^{н}_{\lambda i}\, d\lambda - \lg \int E^{o}_{\lambda} \rho^{o}_{\lambda} S^{н}_{\lambda i}\, d\lambda. \qquad (2)$$

где E^{o}_{λ}, ρ^{o}_{λ}, $S^{н}_{\lambda i}$ — спектральные распределения соответственно энергии в излучении источника освещения оригинала, коэффициента отражения оригинала, чувствительности приемников негативной пленки; $i=1, 2, 3$ — сине-, зелено- и красночувствительный приемники. Интегрирование в (2) и последующих уравнениях выполняется в пределах видимой области спектра с $\lambda=400$—700 нм.

В результате экспонирования и обработки негатива на пленке с внутренним маскированием в изображении теоретически должно образоваться пять красителей, практически их может оказаться и семь [8]. Следовательно, градационная стадия негативного процесса будет характеризоваться пятью кривыми, три из которых $C^{н}_{j} = \gamma_j (D_{эi})$ — концентрации основных красителей ($j=1, 2, 3$), соответственно, желтого, пурпурного и голубого являются функциями экспозиционных плотностей $D_{эi}$ ($i=1, 2, 3$); две кривые $C^{н}_{j}$ ($j=4,5$)—концентрации маскирующих желтого ($C^{н}_{4}$) и розового ($C^{н}_{5}$) компонентов зависят от концентрации пурпурного ($C^{н}_{2}$) и голубого ($C^{н}_{3}$) красителей, т. е. $C^{н}_{4} = f_1(C^{н}_{2})$; $C^{н}_{5} = f_2(C^{н}_{3})$.

Красители негативного изображения при печати создают относительно светочувствительных приемников позитивной пленки копировальные плотности $D_{кi}$, которые с концентрациями красителей можно связать следующими уравнениями:

$$D_{ki} = \Big\{ \lg \int E^{к}_{\lambda} S^{п}_{\lambda i} \exp\big[-\ln 10 \,(\varkappa^{н}_{\lambda 4} C^{н}_{4\,макс} + \varkappa^{н}_{\lambda 5} C^{н}_{5\,макс})\big]\, d\lambda - \lg \int E^{к}_{\lambda} S^{п}_{\lambda i} \exp \times \left[-\ln 10 \sum_{j=1}^{5} \varkappa^{н}_{\lambda j} C^{н}_{j} \right] d\lambda \Big\} \pm di, \qquad (3)$$

где $E^{к}_{\lambda}$, $S^{п}_{\lambda i}$, $\varkappa^{н}_{\lambda j}$ — спектральные распределения, соответственно, энергии в излучении источника света кинокопировального аппарата, чувствительности светочувствительных приемников позитивной пленки, удельного монохроматического показателя поглощения красителей и маскирующих компонентов; d_i — изменение копировальных плотностей в процессе установки света и цвета; $i=1, 2, 3$ — сине-, зелено-, и красночувствительные приемники; $j=1, 2, 3, 4, 5$ — соответственно, желтый, пурпурный, голубой красители; желтый, розовый маскирующие компоненты; $C^{н}_{4\,макс}$, $C^{н}_{5\,макс}$ — максимальные значения концентрации маскирующих компонентов; экспоненциальный множитель в уравнении (3), соответствующий значениям $j=4$ и $j=5$ ($\tau^{м}_{\lambda}$), эквивалентен компенсации плотности маски в процессе печати.

Выделившиеся в позитивном изображении в результате печати и обработки поверхностные концентрации $C^{п}_{j}$ ($j=1, 2, 3$) желтого, пурпурного и го-

лубого красителей связаны с копировальными плотностями $D_{\text{к}i}$ тремя нелинейными зависимостями — градационными кривыми $C_j^{\text{п}} = g_j(D_{\text{к}\,i})$.

От субтрактивных координат позитивного изображения к колориметрическим $x'_{\text{р}}$, $y'_{\text{р}}$, $z'_{\text{р}}$ в системе XYZ МКО можно перейти с помощью следующего уравнения и аналогичных ему для $y'_{\text{р}}$ и $z'_{\text{р}}$:

$$x'_{\text{р}} = \int E_\lambda^{\text{п}} \bar{x}_\lambda \exp\left(-\ln 10 \sum_{j=1}^{3} \varkappa_{\lambda j}^{\text{п}} C_j^{\text{п}}\right) d\lambda. \qquad (4)$$

Выражения для координат $y'_{\text{р}}$ и $z'_{\text{р}}$ получают, заменив x в левой и правой частях уравнения (4) соответственно на y и z. В (4) $E_\lambda^{\text{п}}$, $\varkappa_{\lambda i}^{\text{п}}$, $\exp(-\ln 10 \times \sum_{j=1}^{3} \varkappa_{\lambda j}^{\text{п}} C_j^{\text{п}}) = \tau_{\lambda\text{р}}^{\text{п}}$ — спектральные распределения, соответственно, энергии в излучении источника света кинопроекционного аппарата, удельного монохроматического показателя поглощения красителей позитива, коэффициента пропускания цветных полей позитива; $\bar{x}_\lambda(\bar{y}_\lambda, \bar{z}_\lambda)$ — кривые сложения в системе XYZ.

Экспериментальные значения цветовых координат $x'_{\text{э}}$, $y'_{\text{э}}$, $z'_{\text{э}}$ цветных полей позитивного изображения определяют прямым спектрофотометрированием с последующим расчетом по измеренным значениям $\tau_{\lambda\text{э}}^{\text{п}}$ спектрального распределения коэффициента пропускания этих полей:

$$x'_{\text{э}} = \int E_\lambda^{\text{п}} \bar{x}_\lambda \tau_{\lambda\text{э}}^{\text{п}} d\lambda. \qquad (5)$$

Как и в (4) выражения для функций y и z можно найти соответствующей заменой в (5) x на y и z.

Рассчитанные $x'_{\text{р}}$, $y'_{\text{р}}$, $z'_{\text{р}}$ и экспериментальные $x'_{\text{э}}$, $y'_{\text{э}}$, $z'_{\text{э}}$ значения цветовых координат сопоставляли в равноконтрастном цветовом пространстве Хантера — Скофилда L, a, b [9]. Оно является более равноконтрастным в области цветового охвата субтрактивного синтеза [8]. Последовательность рассмотренных преобразований легко реализуется на настольных микро-ЭВМ типа «Электроника Д3-28».

Характеристики негативно-позитивного фотографического процесса

Анализ первичного и вторичного цветоделений по уравнениям (2, 3) позволяет учесть нелинейный характер изменения эффективных копировальных и экспозиционных плотностей копируемого изображения относительно светочувствительных приемников при изменении концентраций красителей, образующих это изображение. Степень нелинейности функций эффективных плотностей для фотографических приемников зависит главным образом от их селективности [5]. На отклонение от линейного закона копировальных плотностей влияет то, что в экспоненциальном множителе уравнения (3)

$$\exp\left[-\ln 10 \sum_{j=1}^{5} \varkappa_{\lambda j}^{\text{н}} C_j^{\text{н}}\right] = \exp\{-\ln 10\,[\varkappa_{\lambda 1}^{\text{н}} C_1^{\text{н}} + \varkappa_{\lambda 2}^{\text{н}} C_2^{\text{н}} + \varkappa_{\lambda 3}^{\text{н}} C_3^{\text{н}} + \varkappa_{\lambda 4}^{\text{н}} C_4^{\text{н}}(C_2^{\text{н}}) + \varkappa_{\lambda 5}^{\text{н}} C_5^{\text{н}}(C_3^{\text{н}})]\} = \tau_\lambda^{\text{н}}$$

остаточные концентрации маскирующих компонентов $C_4^{\text{н}}$ и $C_5^{\text{н}}$ — нелинейные функции, соответственно, концентраций образовавшихся красителей C_2 и $C_3^{\text{н}}$ [6].

Градационные кривые определяют экспериментально в виде конечного количества дискретных значений и вводят в расчет в форме таблиц. Метод линейной интерполяции позволяет найти недостающие в исходных данных значения функций и использовать при расчетах градационные кривые любой формы. Экспериментально определенные спектральные характеристики фотографических материалов в подынтегральных выражениях уравнений (2)—(5) также представлены таблицами значений.

Известно, что спектральные характеристики фотографических материалов (кривые удельного монохроматического показателя поглощения красите-

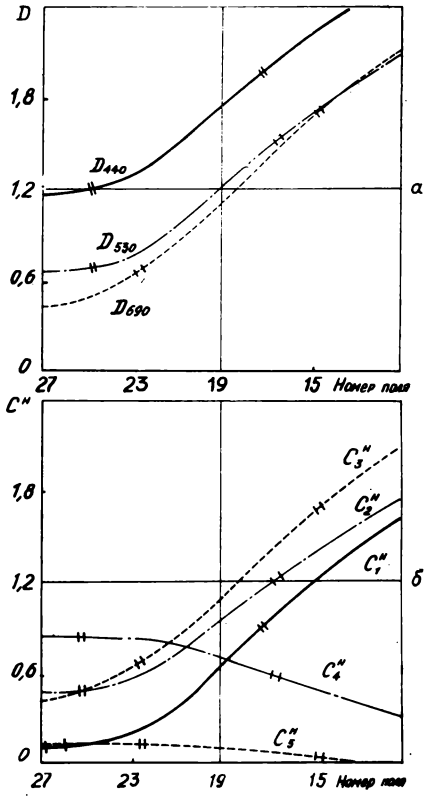


Рис. 2. Градационные кривые негатива:

а — монохроматические плотности полей сенситограммы; *б* — поверхностные концентрации красителей полей сенситограммы

Двумя штрихами показаны пределы измерения изображений светлого и темного ахроматических тест-объектов

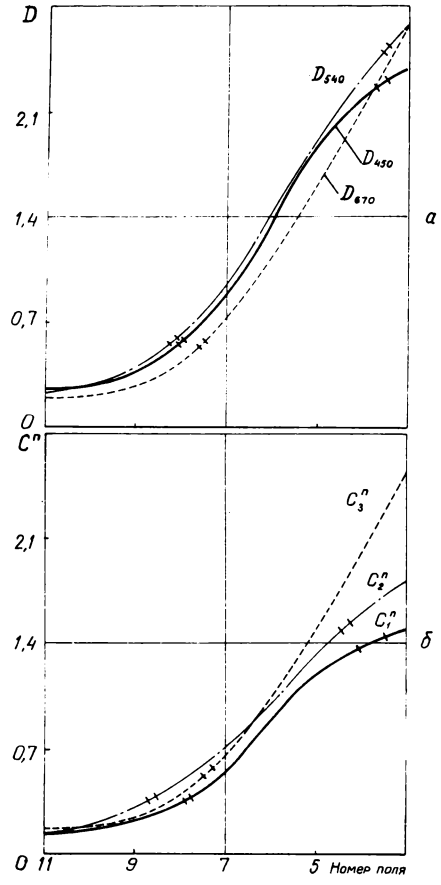


Рис. 3. Градационные кривые позитива: Обозначения те же, что и на рис. 2

лей, спектральной светочувствительности) достаточно стабильны. Поэтому в расчетах используют спектральные характеристики пленок, заимствованные из опубликованных данных [6, 10—12].

Наименее стабильна (из трех стадий элементарного фотографического процесса) градационная стадия. Расчет проводят по градационным характеристикам конкретного негативно-позитивного процесса на пленках: негативной ДС-5М, партия 472, ось № 25673 и позитивной ОРВО ПЦ-7, партия 63111, ось № 33412. На этих пленках отпечатаны сенситограммы, которые обрабатывают совместно с отснятым негативом и напечатанным с него позитивом. Данные измерений монохроматических интегральных плотностей каждого поля сенситограммы приведены на рис. 2 и 3. Измерения на пленках проводят в максимумах поглощения красителей с шагом 0,15. На рисунках они представлены как функции номера поля.

Переход от монохроматических интегральных плотностей к поверхностным концентрациям красителей (аналитическим монохроматическим плотностям) выполняют для сенситограммы на негативной пленке по алгоритму и уравнениям, предложенным в [6], а для сенситограммы на позитивной пленке — по формуле:

$$\begin{Vmatrix} C_1^п \\ C_2^п \\ C_3^п \end{Vmatrix} = \begin{Vmatrix} 1{,}07 & -0{,}52 & 0{,}11 \\ -0{,}15 & 1{,}09 & -0{,}28 \\ -0{,}01 & -0{,}08 & 1{,}02 \end{Vmatrix} \begin{Vmatrix} D_{450} \\ D_{540} \\ D_{670} \end{Vmatrix}.$$

Градационные кривые негатива и позитива в координатах поверхностных концентраций красителей также представлены на рис. 2 и 3.

Положения рабочих участков на градационных кривых и калибровка осей абсцисс в экспозиционных плотностях для негативного и копировальных для позитивного процессов определяют по измерениям монохроматических плотностей негативного и позитивного изображений ахроматических тест-объектов с последующим вычислением по уравнениям (2, 3) экспозиционных и копировальных плотностей.

За спектральное распределение энергии в излучениях источников освещения оригинала $E_\lambda^о$ кинокопировального $E_\lambda^к$ и кинопроекционного $E_\lambda^п$ аппаратов в уравнениях (2)—(5) принимают спектральное распределение излучения черного тела с цветовой температурой $T_{цв}$=3200 К, практически совпадающее в широком спектральном интервале с излучениями вольфрамовых ламп накаливания [13].

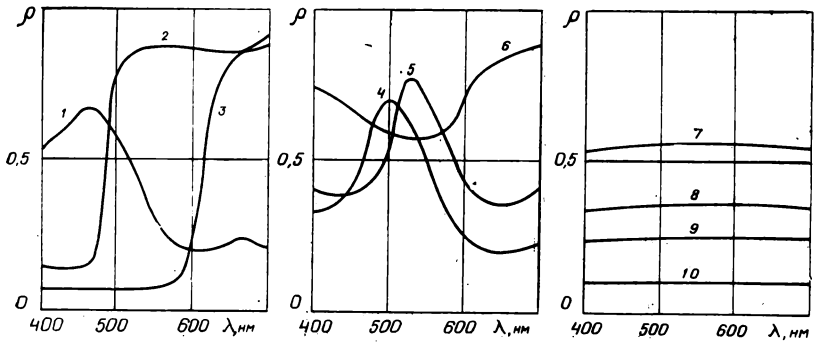


Рис. 4. Спектральное распределение коэффициента отражения тест-объектов: *1* — синего; *2* — желтого; *3* — красного; *4* — голубого; *5* — зеленого; *6* — пурпурного; *7—10* — ахроматических

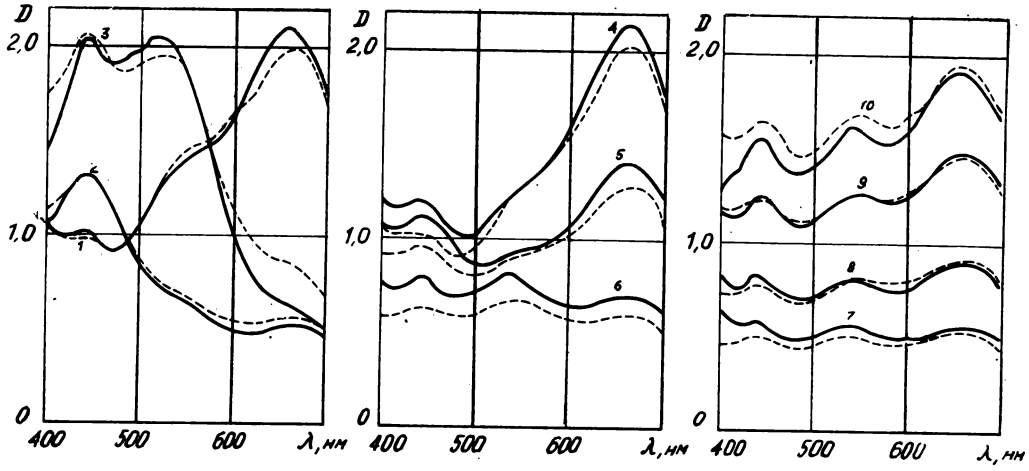


Рис. 5. Спектральное распределение монохроматических плотностей позитивных изображений тест-объектов: Обозначения те же, что и на рис. 4

Экспериментальные и расчетные значения цветовых характеристик фотографического изображения

В ходе эксперимента были получены позитивные изображения цветных тест-объектов, соответствующие реальным условиям съемки фильма, цветовые характеристики которых затем изучались. Тест-объектами служили цветные и ахроматические выкраски из атласа цветов, разрабатываемого на киностудии «Ленфильм» для организации цвета в кадре. Кривые спектрального отражения некоторых из снятых образцов, измеренные на спектрофотометре СФ-10 относительно эталона — белого молочного стекла МС-20, — приведены на рис. 4. Тест-объекты на фоне черного бархата снимали в павильоне киностудии аппаратом 2КСК. Образцы освещали киноосветительными приборами «Свет-1000». Обработку негатива, установку света по ахроматическим образцам, печать прямого позитива проводили в производственных условиях цеха обработки пленки киностудии «Ленфильм».

Сопоставление результатов экспериментального и расчетного определения цветовых характеристик

Цвет тест—объекта	$x_э$	$y_э$	$x_р$	$y_р$	$y'_э \cdot 100$	$y'_р \cdot 100$	ΔE, ед. NBS
Красный	0,63	0,34	0,60	0,36	5,9	4,5	11,8
Желтый	0,51	0,44	0,50	0,44	25,7	23,7	5,2
Зеленый	0,37	0,44	0,37	0,42	10,1	11,1	2,9
Голубой	0,29	0,40	0,27	0,36	4,3	4,6	3,8
Синий	0,27	0,32	0,27	0,31	3,7	3,6	2,1
Пурпурный	0,44	0,39	0,44	0,39	18,9	24,2	6,3
Ахроматический	0,43	0,40	0,42	0,40	29,7	31,8	3,8
То же	0,41	0,40	0,40	0,40	16,3	15,8	2,7
»	0,39	0,40	0,39	0,40	5,6	5,5	0,5
»	0,37	0,39	0,38	0,40	2,6	2,2	2,7
»	0,31	0,34	0,30	0,34	0,3	0,3	0,3

Цветовые характеристики позитивных изображений тест - объектов определяли по спектрофотометрическому способу.

На рис. 5 приведены кривые спектрального распределения монохроматических плотностей позитивных изображений тест-объектов (тех же, что и на рис. 4), полученные непосредственным спектрофотометрированием позитивных изображений тест-объектов — сплошные линии и рассчитанные— штриховые линии. В таблице приведены частично результаты экспериментального и расчетного определения цветовых характеристик и оценена точность расчета в единицах цветовых различий.

Как следует из приведенных данных, расчетные и экспериментальные значения координат цветности достаточно близки. Для большинства цветных полей разница между одноименными координатами цветности составляет 0,01—0,02, максимальная разница — 0,04. Различия в цвете большинства полей 0,3—3,8 ед. NBS. Цветовые различия в 6,3 ед. для пурпурного и 11,8 ед. NBS для красного полей вызваны большим расхождением яркостных координат этих полей.

По существующим критериям оценки качества цветовоспроизведения цветовое различие в 2—4 ед. *NBS* соответствует хорошему сходству; 4—11 ед. *NBS* — удовлетворительному [14]. Следовательно, полученная точность расчетного определения цветовых координат по этим критериям вполне приемлема, что позволяет рекомендовать рассмотренную методику для анализа цветовоспроизведения в фотографических процессах. Выявленные расхождения расчетных и экспериментальных значений могут быть вызваны прежде всего несоответствием принятых в исходных данных по спектральным характеристикам фотографических материалов и источников света по отношению к фактически наблюдаемым. Точность расчета можно повысить используя более точные исходные данные,

а также совершенствуя модели описания преобразований сигналов в кинопленках.

Выводы

1. Предложена инженерная методика расчета координат цвета позитивного изображения по реальным характеристикам негативно-позитивного процесса, которая реализуется на настольных микро-ЭВМ типа «Электроника Д3-28».

2. Точность расчета по предложенной методике достаточна для анализа цветовоспроизведения в репродукционных процессах.

3. Предложенную методику можно использовать для анализа цветовоспроизведения кинематографического процесса, определения влияния на цветовоспроизведение искажений, вносимых отдельными звеньями кинематографического процесса, а также для анализа цветовоспроизведения в кинотелевизионных системах с целью оптимального согласования телевизионных и фотографических звеньев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тельнов Н. И. Телевизионная техника в кинопроизводстве. М.: Искусство, 1978.
2. Brown W. R. I. Subtractive Colour Reproduction. — JOSA, 1955, **45**, N 7, p. 539—546.
3. Артюшин Л. Ф. Основы воспроизведения цвета. М.: Искусство, 1970.
4. Крылов Л. П., Крупенина А. В. Градационные характеристики негативных и позитивных кинопленок. — Техника кино и телевидения, 1967, № 11, с. 46—51.
5. Балабуха Д. К., Шкуто Е. Ф. Анализ цветоделительных характеристик. — Техника кино и телевидения, 1973, № 6, с. 32—40.
6. Никифорова Р. Н. Спектрофотометрический метод определения концентраций красителей в изображениях на цветных пленках с внутренним маскированием.— Труды ЛИКИ, 1972, вып. 19, с. 33—40.
7. Сорри Э. А., Шкуто Е. Ф. Моделирование на ЭВМ цветопередачи при электронно-фотографических методах записи цветных изображений. — Труды ЛИКИ, 1979, вып. 25, с. 99—105.
8. Балабуха Д. К., Гуйтор Л. И. Исследование световоспроизведения при печати с маскированных ЛН-5 и немаскированных ЛН-3 негативов на фотобумагу Ф-4. — ЖНиПФиК, 1971, **16**, № 4, с. 245—250.
9. Джадд Д., Вышецкий Г. Цвет в науке и технике. М.: Мир, 1978.
10. Бетцель Д. Исследование старения красителей цветного изображения на кинопленке. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л.: ЛИКИ, 1977.
11. Малахов Г. Н., Никифорова Р. Н. Кривые спектральной чувствительности отечественных цветных пленок с внутренним маскированием. — ЖНиПФиК, 1973, **18**, № 4, с. 241—247.
12. VEB Filmfabric Wolfen. Общий каталог, 1980.
13. Свойства фотографических материалов на прозрачной подложке. — В кн.: Сенситометрический справочник/Под ред. Ю. Н. Гороховского и С. С. Гилева. М.: ГИТТЛ, 1955.
14. Балабуха Д. К., Христинина Г. Н. Колориметрический метод сенситометрии цветофотографических материалов. 1. Оценка точности цветовоспроизведения в порогах цветоразличения. — ЖНиПФиК, 1973, **18**, № 1, с. 3—10.

Ленинградский институт киноинженеров

□ □ □

УДК 778.588:778.68]—52

Автоматизированное определение параметров коррекций при поэлементной печати кинофотоизображений

В. М. Васькин, О. Г. Овилко, С. И. Шрайбер

Для дальнейшего улучшения качества печати кинофотоизображений, расширения информационных и технологических возможностей кинематографической и фотографической техники большое значение имеют проводимые в настоящее время исследования по разработке методов поэлементной печати кинофотоизображений, обеспечивающих одновременное выполнение градационной, частотно-контрастной и цветовой коррекций. Современные электронно-копировальные приборы (ЭКП) поэлементной печати обладают широкими возможностями по осуществлению градационной и частотно-контрастной коррекций, однако оптимальные параметры поэлементной печати определяют на основе субъективной оценки получаемого кинофотоизображения во время проб.

В данной работе рассматривается метод объективного определения и управления параметрами градационной и частотно-контрастной коррекций при поэлементной печати. Сущность предложенного и разработанного метода основана на предварительном поэлементном анализе кинофотоизображе-

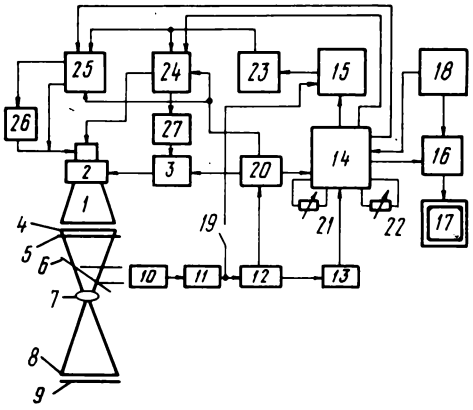


Рис. 1. Функциональная схема ЭКП поэлементной печати: *1* — ЭЛТ; *2* — отклоняющая система; *3* — блок разверток; *4* — негатив; *5* — прикладное стекло; *6* — светоделительная система; *7* — объектив; *8* — экран; *9* — кинофотоматериал; *10* — ФЭУ; *11* — логарифмический преобразователь; *12* — аналоговый ключ; *13* — амплитудный селектор; *14* — специализированный процессор; *15* — усилитель обратной связи; *16*, *24*, *25* — коммутаторы; *17* — графический дисплей; *18* — блок ввода характеристической кривой; *19* — переключатель «Печать — Анализ»; *20* — синхрогенератор; *21* — регулятор обратной связи; *22* — регулятор времени экспонирования; *23* — экспоненциальный усилитель; *26* — инвертор; *27* — блок временной модуляции

ния с использованием специализированного цифрового процессора. ЭКП [1—4], в состав которых входит специализированный цифровой процессор, позволяют автоматизировать определение оптимальных параметров поэлементной печати.

На рис. 1 представлена функциональная схема одного из таких ЭКП [3], в котором автоматизация выбора оптимальных параметров поэлементной фотопечати базируется на оценке гистограммы оптических плотностей $P(D)_{поз}$ позитивной копии на основе моделирования до ее фактического получения. Гистограмма $P(D)_{поз}$ является этапом математического моделирования градационных преобразований, выполняемых процессором ЭКП по разработанным алгоритмам. Основными данными для моделирования служат гистограмма оптических плотностей исходного негатива $P(D)_{нег}^{исх}$, определяемая в процессе его предварительного анализа (сканирования и фотометрирования), а также параметры технологической цепи «ЭКП — кинофотоматериал — химико-фотографическая обработка», выраженные через функцию $D_{поз}=f(D_{нег})$.

Недостаток данного метода состоит в том, что гистограмма позитива $P(D)_{поз}$, являясь вероятностной характеристикой тоновоспроизведения, не отражает качество передачи мелких деталей кинофотоизображения.

Поэтому задача совершенствования метода поэлементной печати на ЭКП связана с автоматизированным определением оптимальных параметров не только градационной, но и частотно-контрастной коррекции кинофотоизображения, получаемого при поэлементной печати.

Решить поставленную задачу можно на основе создания автоматизированного комплекса аппаратуры, позволяющего проанализировать градационные и частотные характеристики кинофотоизображения, смоделировать и определить оптимальные параметры градационной и частотно-контрастной коррекций при поэлементной печати. Созданию автоматизированного комплекса аппаратуры должны предшествовать разработка математической модели процесса поэлементной печати на ЭКП и выбор целевой функции, обеспечивающей оптимизацию управляющих параметров.

При поэлементной печати с маскированием на ЭКП основными управляющими параметрами являются время экспонирования $t_{эксп}$, коэффициент маскирования $\gamma_м$, диаметр сканирующего светового пятна d или диапазон его изменения $d_{мин}$ — $d_{макс}$, коэффициент контрастности γ позитивного кинофотоматериала и время проявления $t_{пр}$.

Каждый из приведенных параметров влияет на частотную и градационную характеристики получаемого кинофотоизображения. До настоящего времени не разработана единая математическая модель процесса поэлементной печати с маскированием, объединяющая нелинейную градационную и линейную частотно-контрастную коррекции кинофотоизображения. Учитывая, что степень дубликационного соответствия кинофотоизображения оригиналу (объекту съемки или фотографирования) зависит от его частотных и градационных характеристик [5], а каждый из приведенных управляющих параметров в свою очередь влияет на эти характеристики кинофотоизображения, для определения целевой функции будем использовать отдельные модели процессов частотно-контрастной и градационной коррекций. Такой подход к решению данной задачи позволяет в отсутствие единой математической модели процесса поэлементной фотопечати с маскированием применять эволюционный метод [6], с помощью которого целевую функцию оптимизируют методом вычислительного эксперимента над моделями процессов частотно-контрастной и градационной коррекций. При этом оптимальные управляющие параметры, полученные в процессе моделирования параметров частотно-контрастной коррекции, будут уточнены при последующем моделировании параметров градационной коррекции и наоборот. Таким образом, оптимальные управляющие параметры определяют на основе экспериментального поэтапного моделирования параметров с участием оператора-технолога; причем приоритет принятия решения остается за оператором, а управляющая ЭВМ, входящая в состав автоматизированного комплекса, представляет собой мощное средство автоматизации технологических расчетов.

Целевая функция является математическим выражением результата действия процесса поэлементной печати и должна отражать степень возможности получения позитивного кинофотоизображения с заданными частотными и градационными характеристиками, которые можно выразить через функцию спектральной плотности $S(\nu)_{поз}^{зад}$ и гистограмму оптических плотностей позитива $P(D)_{поз}^{зад}$ на основе априорного задания их параметров. Параметры указанных функций определяют, исходя из некоторых известных свойств конкретного класса изображений [7]. Так, например, значения функций спектральной плотности $S(\nu)_{поз}^{зад}$ и заданной гистограммы плотностей позитива $P(D)_{поз}^{зад}$ можно получить, проанализировав однотипные изображения высокого качества, обеспечивающие решение определенных задач в процессе их автоматизированного и визуального анализа.

При этом оптимальными управляющими параметрами считают те, которые минимизируют целевую функцию, выражающую сумму среднеквадратичных отклонений функции спектральной плотности $S(\nu)_{поз}$ и гистограммы оптических плотностей позитива $P(D)_{поз}$, полученных в процессе моделирования, от заданных $S(\nu)_{поз}^{зад}$ и $P(D)_{поз}^{зад}$.

Следовательно, целевая функция имеет вид:

$$F=\left[W_1\sum_{i=0}^{m}\left(S_i(\nu)_{поз}^{зад}-S_i(\nu)_{поз}\right)^2+\right.$$
$$\left.+W_2\sum_{j=0}^{n}\left(P_j(D)_{поз}^{зад}-P_j(D)_{поз}\right)^2\right]^{1/2}, \qquad (1)$$

где W_1, W_2 — весовые коэффициенты; m — число точек задания функции $S_i(\nu)$; n—число уровней квантования плотности.

На основании вышеизложенного определим оптимальные управляющие параметры поэлементной печати на ЭКП поэтапным моделированием процессов частотно-контрастной и градационной коррекций печатаемого кинофотоизображения.

Определение оптимальных параметров частотно-контрастной коррекции при поэлементной печати

Частотно-контрастные преобразования кинофотоизображения, связанные с процессом поэлементной печати, можно оценить количественно на основе сравнительного анализа функций спектральной плотности позитивного (конечного) $S(\nu)_{поз}$ и негативного (исходного) $S(\nu)_{нег}$ кинофотоизображений. Известно, что отношение функций спектральной плотности позитивного $S(\nu)_{поз}^{зад}$ и негативного $S(\nu)_{нег}$ изображений определяет передаточную функцию процесса поэлементной печати $K(\nu)$ [8]. При поэлементной печати на ЭКП без маскирования и учета спектра гранулярности используемых кинофотоматериалов передаточная функция имеет вид:

$$K(\nu)=\gamma^2T^2(\nu)=S(\nu)_{поз}/S(\nu)_{нег}, \qquad (2)$$

где $T(\nu)$ — частотно-контрастная характеристика (ЧКХ) процесса, определяемая ЧКХ кинофотоматериала и ЧКХ ЭКП.

Из формулы (2) следует, что ожидаемую функцию спектральной плотности позитивного кинофотоизображения можно рассчитать до момента получения позитивного изображения:

$$S(\nu)_{поз}=\gamma^2T^2(\nu)S(\nu)_{нег}, \qquad (3)$$

где γ — коэффициент контрастности используемого позитивного материала — известен.

ЧКХ процесса поэлементной печати можно определить в результате натурных испытаний технологической цепи «ЭКП — кинофотоматериал — химико-фотографическая обработка» при печати тест-объекта, функция спектральной плотности которого известна. Измерив спектральную плотность полученной копии тест-объекта, находим, что $T^2(\nu)=S(\nu)_{копии}/S(\nu)_{теста}\gamma^2$.

Функцию спектральной плотности позитивного изображения $S(\nu)_{поз}$, полученного при поэлементной печати с маскированием, можно рассчитать по формуле (3), если в нее вместо значений функции спектральной плотности негатива $S(\nu)_{нег}$ подставить значения функции спектральной плотности маскированного негатива $S(\nu)_{нег}^{маск}$, т. е. негатива с совмещенной нерезкой электронной маской, создаваемой сканирующей ЭЛТ. Если процесс электронного маскирования выполняется по методу сложения оптических плотностей негатива и электронной нерезкой позитивной маски, то спектральная плотность маскированного негатива $S(\nu)_{нег}^{маск}=S(\nu)_{нег}=-S(\nu)_{маск}$, где $S(\nu)_{маск}$ — функция спектральной плотности нерезкой электронной маски, зависящей от диаметра сканирующего пятна d и коэффициента маскирования $\gamma_м$ (коэффициента усиления цепи обратной связи).

В результате преобразований функция спектральной плотности позитивного изображения $S(\nu)_{поз}^{маск}$ при поэлементной печати с маскированием определяется выражением:

$$S(\nu)_{поз}^{маск}=\gamma^2T^2(\nu)\,S(\nu)_{нег}^{маск} \qquad (4)$$

Следовательно, варьируя в выражении (4) значениями параметров, можно оценить функцию спектральной плотности позитивной копии $S(\nu)_{поз}^{маск}$ до ее фактического получения.

Определение оптимальных параметров градационной коррекции при поэлементной печати

Моделирование градационных преобразований при поэлементной печати на ЭКП можно выполнить, используя непосредственно функции, характеризующие негативное (исходное) $D_{нег}(x, y)$ и позитивное (конечное) $D_{поз}(x, y)$ изображения, которые связаны между собой следующим образом:

$$D_{поз}(x, y) = N_{D_{поз}=f(D_{нег})}\{D_{нег}(x, y)\}, \quad (5)$$

где $N_{D_{поз}}\{\cdot\}$ — нелинейный оператор, воздействующий на функцию $D_{нег}(x, y)$.

Решение уравнения (5) требует значительных затрат времени на вычисление пространственного поэлементного преобразования значений оптических плотностей негативного изображения $D_{нег}$ в позитивное $D_{поз}(x, y)$. Поэтому наиболее рационально моделировать градационные преобразования на основе функций, являющихся характеристиками случайного поля оптических плотностей, представляющего собой кинофотоизображение. Тогда при известной гистограмме оптических плотностей негатива $P(D)_{нег}$ гистограмму плотностей позитива $P(D)_{поз}$ можно рассчитать по формуле

$$P_j(D)_{поз} = P_i(D)_{нег} dD_{нег}/dD_{поз}, \quad (6)$$

где $dD_{нег}$ — значение уровня квантования видеосигнала оптической плотности негатива и интервала задания гистограммы оптических плотностей негатива $P_i(D_{нег}$; $dD_{поз}$ — произведение $dD_{нег}g_т$, где $g_т$ — значение текущего градиента градационной кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$ на участке с координатами $(D_{j\ поз}, D_{i\ нег})$.

Уравнение (6) контролируют суммой вероятностей всех интервалов гистограмм:

$$\sum_{i=0}^{n} P_i(D)_{нег} = 1, \quad \sum_{j=0}^{m} P_j(D)_{поз} = 1.$$

Градационную кривую $D_{поз}=f(D_{нег})$ выбирают по значению коэффициента контрастности γ, полученного на этапе моделирования параметров частотно-контрастной коррекции. Кроме того, при известной (заданной) гистограмме оптических плотностей позитива $P(D)_{поз}^{зад}$ искомую градационную кривую можно определить последовательным вычислением градиентов, являющихся отношением вероятностей соответствующих интервалов гистограмм:

$$P_j(D)_{нег}/P_i(D_{поз}^{зад} = dD_{нег}/dD_{поз} = g_т,$$

что в системе координат $D_{j\ поз}$, $D_{i\ нег}$ позволяет построить функцию $D_{поз}=f(D_{нег})$.

Для расчета гистограммы плотностей позитива $P(D)_{поз}$ при моделировании параметров поэлементной печати с маскированием необходимо гистограмму плотностей исходного негатива $P(D)_{нег}^{исх}$ преобразовать так, чтобы она соответствовала заданному коэффициенту маскирования $\gamma_м$. Следует учесть, что при управлении яркостью сканирующего пятна ЭКП сигналами отрицательной обратной связи диапазон оптических плотностей низкочастотного сигнала исходного негатива линейно сжимается.

Гистограмма плотностей маскированного негатива определяется согласно формуле $P_i(D)_{нег}^{маск} = \gamma_м P_i(D)_{нег}$, т. е. значения вероятностей для каждого интервала гистограммы увеличиваются пропорционально $\gamma_м$, а интервалы гистограммы маскированного негатива $P_i(D)_{нег}^{маск}$ уменьшаются пропорционально $\gamma_м^{-1}$: $dD_{нег}^{маск} = dD_{нег}/\gamma_м$.

На рис. 2 приведены кривые, полученные в результате моделирования гистограммы плотностей позитива $P_j(D)_{поз}$ (кривая 4) по исходной гисто-

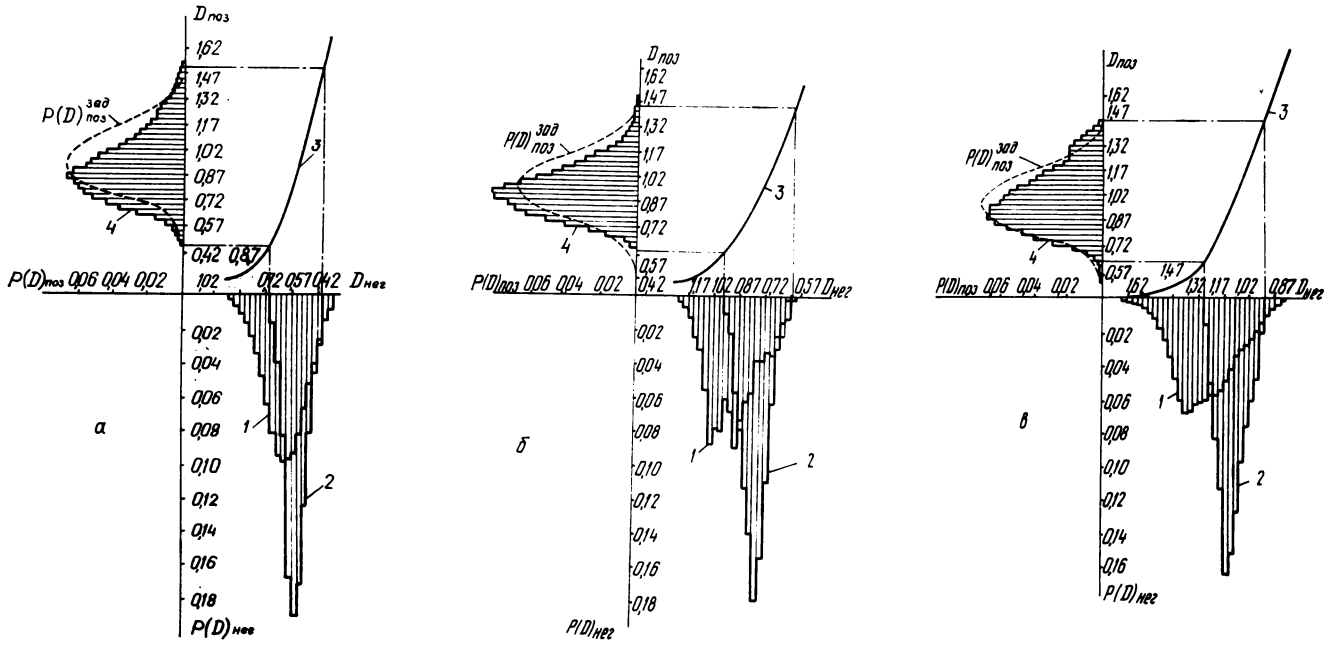


Рис. 2. Результаты градационных преобразований при моделировании процесса поэлементной печати с электронным маскированием на примере трех различных негативов (а, б, в)

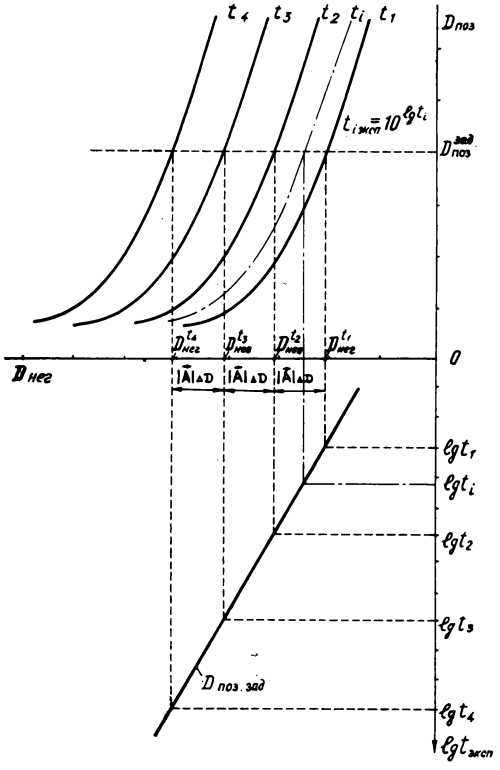


Рис. 3. Номограмма для определения оптимальных параметров поэлементной печати

грамме плотностей маскированного негатива $P_i(D)_{нег}^{маск}$ (кривая *2*) и функции $D_{поз}=f\ (D_{нег})$ (кривая *3*); исходная гистограмма плотностей немаскированного негатива $P_i(D)_{нег}^{исх}$ — кривая *1*.

ЭКП поэлементной печати, в которых маскирование осуществляется нелинейно, должны преобразовать гистограмму $P(D)_{нег}$ в гистограмму $P(D)_{нег}^{маск}$ согласно зависимости (6). При этом необходимо задать нелинейность градационной характеристики усилителя обратной связи ЭКП. Самые перспективные в этом отношении те ЭКП, в которых работой усилителя обратной связи и блоком разверток управляет специализированный процессор [3, 4]. Использование нелинейного электронного маскирования при поэлементной печати позволяет наиболее эффективно выполнять градационную коррекцию кинофотоизображения с учетом особенностей работы зрительного анализатора оператора, в частности зависимости контрастной чувствительности глаза от уровня адаптации [4]. В процессе нелинейного электронного маскирования должны устраняться резкие изменения низкочастотного сигнала кинофотоизображения, формирующие среднюю яркость его локальных участков. Кроме того, учитывая нелинейность характеристических кривых негативного и позитивного кинофотоматериалов, нелинейное электронное маскирование наиболее целесообразно выполнять в сочетании с модуляцией диаметра сканирующего пятна в режиме печати по сигналам цепи обратной связи [3, 4].

Параметры гистограммы плотностей позитива $P(D)_{поз}$ — математическое ожидание, MO_D, соответствующее значению средней (интегральной) оптической плотности; дисперсия σ^2, связанная с контрастом кинофотоизображения; асимметрия и эксцесс, характеризующие форму гистограммы, зависят от аналогичных параметров исходной гистограммы плотностей негатива $P(D)_{нег}^{исх}$, а также от светочувствительности коэффициента контрастности позитивного кинофотоматериала и нелинейности его характеристической кривой. Параметры гистограмм плотностей позитива $P(D)_{поз}$ также существенно зависят от общей экспозиции при поэлементной печати. В ЭКП общую экспозицию регулируют заданием времени экспонирования $t_{эксп}$. В математической модели градационных преобразований (см. рис. 2) при известной гистограмме плотностей негатива $P(D)_{нег}$ и ее положения на оси оптических плотностей $D_{нег}$ положение гистограммы плотностей позитива $P(D)_{поз}$ на оси оптических плотностей $D_{поз}$ зависит от положения градационной кривой $D_{поз} = f(D)_{нег}$ относительно исходной гистограммы плотностей негатива $P\ (D)_{нег}$, которое определяется в свою очередь значением времени экспонирования $t_{эксп}$ (рис. 3). Увеличение значения параметра $t_{эксп}$ вызывает параллельное смещение градационной кривой в сторону бóльших значений оптических плотностей $D_{нег}$, при этом гистограмма $P\ (D)_{поз}$ смещается по оси плотностей позитива $D_{поз}$ в направлении увеличения их значений. Следовательно, для получения кинофотоизображений с заданной гистограммой плотностей позитива $P(D)_{поз}^{зад}$ необходимо кроме оптимальных значений параметров γ, $\gamma_м$, d найти еще и значение параметра $t_{эксп}$.

Для определения значения параметра $t_{эксп}$ был разработан и программно реализован метод, позволяющий получать заданную оптическую плотность контрольного поля позитивной копии с точностью денситометрических измерений. Данный метод предназначен для использования при поэлементной печати на ЭКП. Определение параметра $t_{эксп}$ означает, что нам известно положение кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$ относительно гистограммы плотностей негатива $P(D)_{нег}$ и заданной гистограммы плотностей позитива $P(D)_{поз}$; гистограммы исходного негатива и позитивной копии связаны градационной кривой в единую систему градационных преобразований (см. рис. 2). На рис. 3 представлена графическая иллюстрация данного метода. На этапе определения параметров технологической цепи «ЭКП — кинофотоматериал — химико-фотографическая обработка» в ЭВМ вводят измеренные значения оптических плотностей копии нейтраль-

но-серого клина $\overline{D_1^{поз}, D_n^{поз}}$, и нейтрально-серого клина оригинала $\overline{D_1^{нег}, D_n^{нег}}$, по которым строится градационная кривая $D_{поз}=f(D_{нег})$, при этом время экспонирования $t_{эксп}$ и время проявления $t_{проявв}$ заданы и известны. Кроме указанных данных вводится также значение вектора изменения эффективных плотностей негатива $|\vec{A}|_{\Delta D}$ связанного с временем экспонирования. Экспериментальные исследования показали, что при контактной поэлементной печати для различных фотоматериалов значения вектора $|\vec{A}|_{\Delta D}$ при изменении времени экспонирования $t_{эксп}$ на ± 2, ± 4 и ± 8 с соответственно составляют $\pm 0{,}25$, $\pm 0{,}50$ и $\pm 0{,}75$, т. е. при изменении $t_{эксп}$ в геометрической прогрессии вектор $|\vec{A}|_{\Delta D}$ изменяется в арифметической. Значения вектора $|\vec{A}|_{\Delta D}$ позволяют построить с помощью ЭВМ дополнительный ряд градационных кривых методом параллельного смещения по оси абсцисс исходной кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$, ранее введенной в ЭВМ по данным денситометрических измерений на этапе исследования технологической цепи. Смещение выполняется с шагом $|\Delta D_{нег}|_{t_i\ эксп}$. Практически достаточно построить не менее трех градационных кривых.

Чтобы получить заданные оптические плотности контрольных полей позитива $D_{i\ поз}^{зад}$ по известным оптическим плотностям полей негатива, оптимальное время экспонирования $t_{эксп}$ определяют следующим образом. Градационные кривые $D_{поз}=f(D_{нег})$ рассекают в точках с ординатами, равными значениям $D_{поз}^{зад}$. Затем определяют абсциссы значений $D(t_1)_{нег}$, $D(t_2)_{нег}$, $D(t_3)_{нег}$, соответствующие точкам сечения. Полученные значения $t_1, \ldots t_n$ и абсциссы $D(t_1)_{нег}$, $D(t_2)_{нег}$, $D(t_3)_{нег}$ позволяют построить функциональную зависимость $D_{поз}^{зад}=F(D_{нег}, t_{эксп})$, график которой показан в нижней части рис. 3. На основе зависимости $D_{поз}^{зад}=F(D_{нег}, t_{эксп})$ можно найти положение градационной кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$ для заданного преобразования плотностей негатива $D_{i\ нег}$ в заданные (требуемые) плотности позитива $D_{j\ поз}$

При моделировании градационных преобразований $t_{эксп}$ определяют одновременно с определением оптимальных параметров γ, $\gamma_м$, d заданием параллельного смещения по оси абсцисс градационной кривой и преобразования гистограммы исходного негатива $P(D)_{нег}^{исх}$ с учетом параметров $\gamma_м$ и d. При каждом последующем изменении оператором параметров γ, $\gamma_м$, d, $t_{эксп}$ и сдвига градационной кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$ ЭВМ вычисляет гистограмму $P(D)_{поз}$ и значение ее среднеквадратичного отклонения от данной гистограммы $P(D)_{поз}^{зад}$. Функции $P(D)_{поз}^{зад}$, $P(D)_{нег}^{макс}$, $D_{поз}=f(D_{нег})$ и смоделированную гистограмму $P(D)_{поз}$ выводят на экран графического дисплея для визуального анализа оператором и принятия им окончательного решения.

В случае достижения требуемого совпадения полученной гистограммы $P(D)_{поз}$ с заданной $P(D)_{поз}^{зад}$ $t_{эксп}$ определяют в соответствии с положением градационной кривой $D_{поз}=f(D_{нег})$, обеспечивающей преобразование гистограммы $P(D)_{нег}^{маск}$ в гистограмму $P(D)_{поз}$.

Таким образом, предложенные модели частотно-контрастной и градационной коррекций позволяют оперативно вычислять оптимальные управляющие параметры для процесса поэлементной печати кинофотоизображений, обеспечивающего получение позитивных копий с заданными градационными и частотными характеристиками.

Аппаратурно-технологический комплекс автоматизированного управления процессом поэлементной печати на ЭКП

На рис. 4 представлена функциональная схема экспериментального комплекса, предназначенного для анализа исходных негативных кинофотоизображений, моделирования параметров частотно-контрастной и градационной коррекций и определения оптимальных управляющих параметров поэлементной печати на ЭКП. В качестве датчика видеосигнала используется телевизионная камера *ТВК* с трубкой типа видикон. Телекамера через устройство управления вводом *УУВ* обеспечивает ввод в *ЭВМ* макроучастков кинофотоизображения (5×5 мм) с апертурой сканирования 20 мкм для ана-

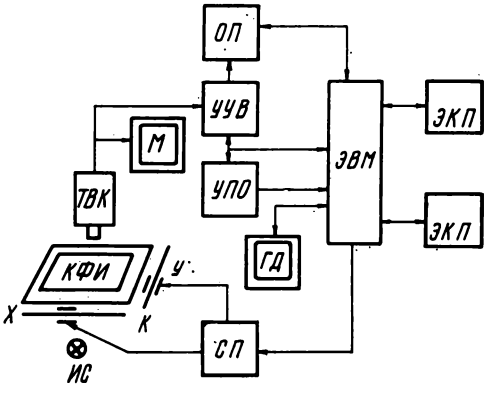


Рис. 4. Функциональная схема аппаратурно-технологического комплекса управления поэлементной печатью на ЭКП:

М — монитор; *ОП* — оперативная память; *ГД* — графический дисплей; *СП* — система позиционирования; *ИС* — источник света

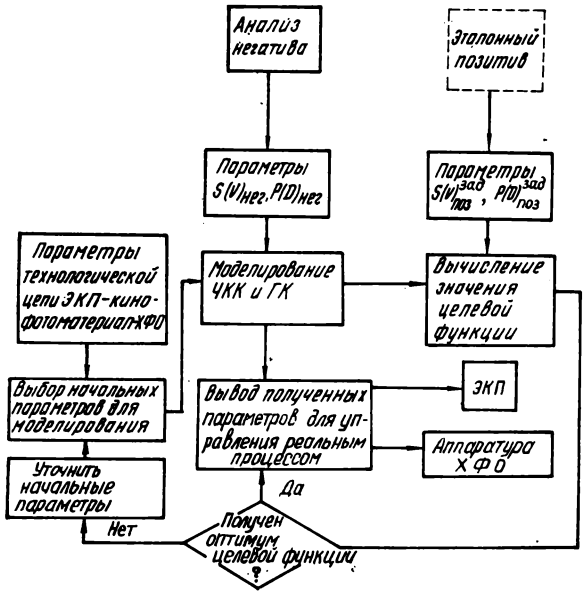


Рис. 5. Структурная схема алгоритма оптимизации управляющих параметров поэлементной печати:
ЧКК и ГК — частотно-контрастная и градационная коррекции; ХФО — химико-фотографическая обработка

лиза частотной характеристики негатива и с апертурой сканирования 200 мкм для анализа градационной характеристики. Анализируемое кинофотоизображение *КФИ* установлено на подвижной каретке *К*, перемещение которой обеспечивает система позиционирования *СП* по командам от *ЭВМ*. В качестве *ЭВМ* использовался универсальный вычислительный комплекс СМ-3. При сканировании и фотометрировании может выполняться случайная или регулярная выборка любого заданного объема в пределах анализируемого макроучастка негатива размером 5×5 мм или макроучастками по всему полю негатива. Функции $P(D)_{нег}$ и $S(\nu)_{нег}$ рассчитывают на основе обработки логарифмированных и квантованных на 256 уровней видеосигналов кинофотоизображения. Устройство предварительной обработки *УПО* компенсирует неравномерность освещенности мишени видикона и линеаризует характеристику «оптическая плотность — уровни дискретизации». *УУВ* согласовывает частоту развертки видикона с быстродействием *ЭВМ*. Изображение вводится методом плотностных срезов [7]. Отношение сигнал/шум повышается за счет многократного ввода и усреднения значений видеосигнала в пределах уровня квантования.

Оптимальные управляющие параметры для выполнения требуемой частотно-контрастной и градационной коррекций определяют по структурной схеме алгоритма (рис. 5) эволюционной оптимизации на основе моделирования процесса поэлементной печати с электронным маскированием.

Для проведения анализа частотных характеристик исходного изображения негатива выбирают участки, насыщенные мелкими деталями. Выбранные участки сканируют двумя апертурами 20 и 200 мкм. Реализация, соответствующая малой апертуре, поступает в блок оперативной памяти, а реализацию, соответствующую большой апертуре, инвертируют и нормируют по амплитуде в соответствии с заданным коэффициентом маскирования $\gamma_м$. Затем для каждой реализации вычисляют значения функций спектральной плотности негатива $S(\nu)_{нег}$ и маски $S(\nu)_{маски}$, находят их разность, соответствующую функции спектральной плотности маскированного негатива $S(\nu)^{маск}_{нег}$. При вычислении названных функций используют алгоритм быстрого преобразования Фурье. Далее с учетом коэффициента контрастности позитивного кинофотоматериала $\gamma_п$ и значений ЧКХ процесса вычисляют значения $S(\nu)_{поз}$, график которой совместно с графиком заданной функции $S(\nu)^{зад}_{поз}$ выводят на экран графического дисплея. Сравнительный анализ графиков дает оператору априорную информацию об изменении параметров частотно-контрастной коррекции, которая связана с изменением значений параметров γ, $\gamma_м$, d. Для расчета гистограммы плотностей негатива $P(D)_{нег}$ выполняют сканирование и фотометрирование негатива большой (200 мкм) апертурой с регулярной или случайной (12—15%) выборкой «окном анализа» 5×5 мм по всему полю негатива. При этом гистограмма плотностей негатива $P(D)_{нег}$ преобразуется в гистограмму плотностей позитива $P(D)_{поз}$ с учетом оптимальных параметров, полученных на этапе моделирования параметров частотно-контрастной коррекции. Результаты расчетов в виде графиков рис. 2 выводятся на экран дисплея; оператор, анализируя полученные графики, уточняет значения параметров γ, $\gamma_м$, d. После каждого изменения оператором этих параметров ЭВМ вычисляет новые значения функций $S(\nu)_{поз}$, $P(D)_{поз}$ и значение целевой функции (1).

Соотношение весовых коэффициентов W_1 и W_2 в формуле (1) определяет, какой коррекции (градационной или частотно-контрастной) при обработке данного кинофотоизображения придается бóльший вес. Значение минимума целевой функции зависит от степени градационных и частотных иска-

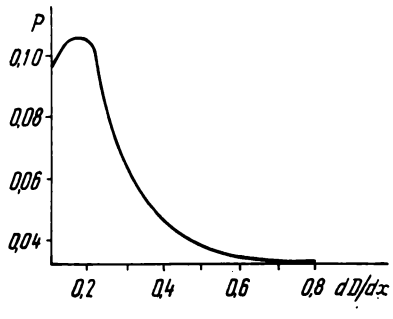


Рис. 6. Гистограмма градиентов (первой производной видеосигнала оптической плотности)

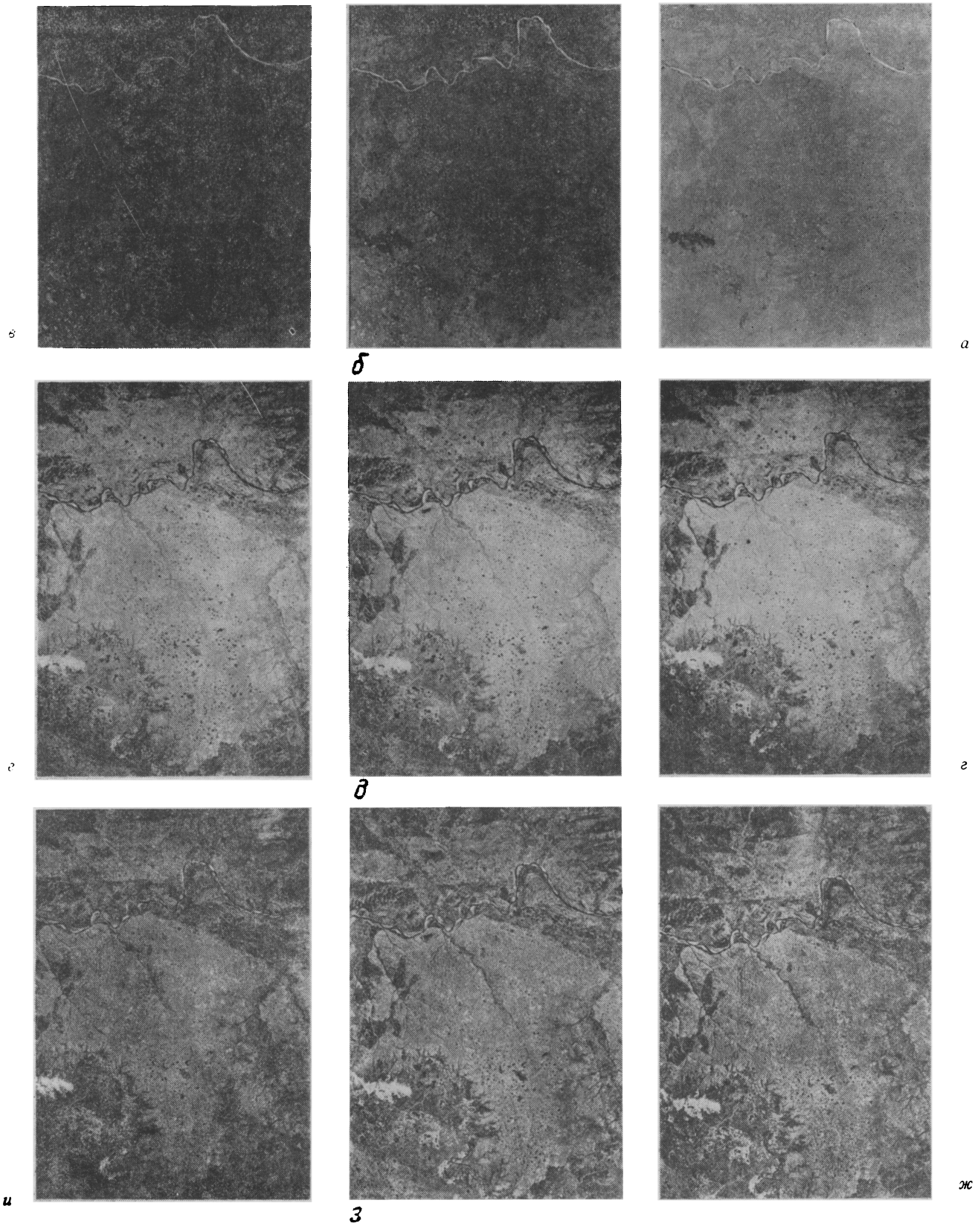


Рис. 7. Исходные негативы (а, б, в); позитивные копии, полученные поэлементной печатью с выключенной обратной связью (г, д, е); позитивные копии с заданными градационными и частотными характеристиками, полученные поэлементной печатью с включенной обратной связью (ж, з, и)

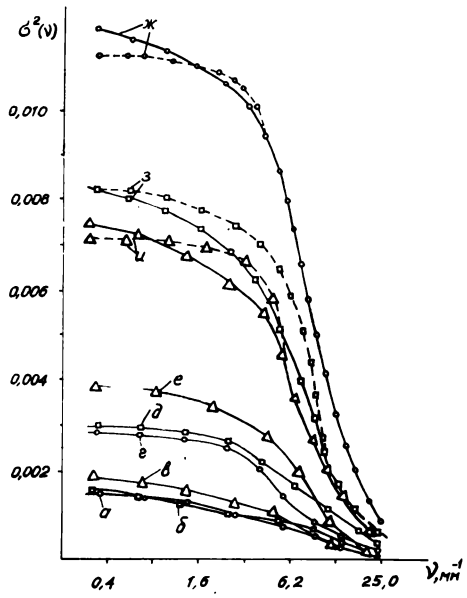


Рис. 8. Теоретические (- - -) и экспериментальные (——) кривые преобразования частотных характеристик (функции дисперсии $\sigma^2(\nu)$ гистограммы градиентов) в процессе поэлементной печати с электронным маскированием

Обозначения кривых соответствуют обозначениям негативов и позитивов на рис. 7

жений исходного негативного изображения. Однако в любом случае достижение минимума целевой функции будет соответствовать определению оптимальных управляющих параметров γ, $\gamma_м$, d, $t_{эксп}$, $t_{прояв}$, обеспечивающих получение позитивной копии с градационными и частотными характеристиками, наиболее близкими к заданным.

Экспериментальные исследования, проведенные на комплексе аппаратуры, показали, что его технические возможности и предложенный метод обеспечивают получение позитивов с заданными частотными и градационными характеристиками. Однако необходимость использования функции спектральной плотности $S(\nu)$ при моделировании параметров частотно-контрастной коррекции связана со значительными временными затратами машинного времени на ее вычисление, что на порядок снижает производительность определения управляющих параметров по сравнению с производительностью поэлементной печати на ЭКП. Сокращение анализируемой площади участков кинофотоизображения негатива не только уменьшает временные затраты, но и снижает точность оценки функции спектральной плотности $S(\nu)$. Поэтому был предложен новый критерий оценки частотных характеристик кинофотоизображения, не требующий значительных затрат времени на вычисления.

В качестве такого критерия предложена одномерная гистограмма значений первой производной видеосигнала оптической плотности $P(dD/dx)$ — гистограмма градиентов (рис. 6). Гистограмма градиентов $P(dD/dx)$, определяемая для соседних дискретных точек реализации, дает представление о «градиентном содержании» видеосигнала оптической плотности на конкретной пространственной частоте ν_1, частоте дискретизации. Гистограмма градиентов $P(dD/dx)$, определяемая для соседних усредненных «пар» дискретных точек, соответствует пространственной частоте ν_2, для усредненных «троек» точек — пространственной частоте ν_3 и т. д. Аналогичным образом гистограммы градиентов можно получить для пространственных частот:

$$\nu = 1000/2dn,$$

где n — число усредняемых дискретных отсчетов; d — диаметр сканирующего пятна в микрометрах (линейный размер элемента дискретизации).

Для каждой полученной гистограммы градиентов $P(dD/dx)$ вычисляют дисперсию σ^2 и строят график функции $\sigma^2(\nu)$. Например, графики $\sigma^2(\nu)$ для фрагмента изображения, приведенного на рис. 7, показано на (рис. 8). Функция $\sigma^2(\nu)$ при анализе частотной характеристики кинофотоизображения обладает теми же свойствами, что и функция спектральной плотности $S(\nu)$. Например, с уменьшением пространственной частоты ν значения дисперсии $\sigma^2(\nu)$ и значения спектральной плотности $S(\nu)$ возрастают, т. е. для функции $\sigma^2(\nu)$ характерно увеличение дисперсии первой производной видеосигнала оптической плотности, а для

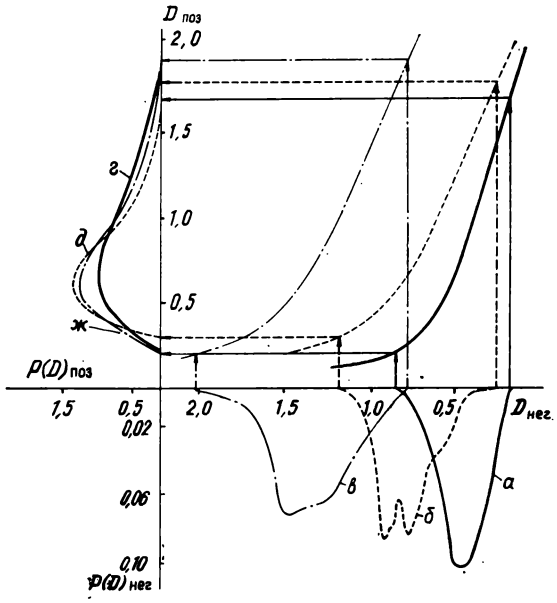


Рис. 9. Результаты градационного преобразования гистограммы плотностей негатива $P_i(D)_{нег}$ в требуемую гистограмму плотностей позитива $P_i(D)_{поз}$ (на примере трех негативов)

Обозначения кривых соответствуют обозначениям негативов и позитивов на рис. 7

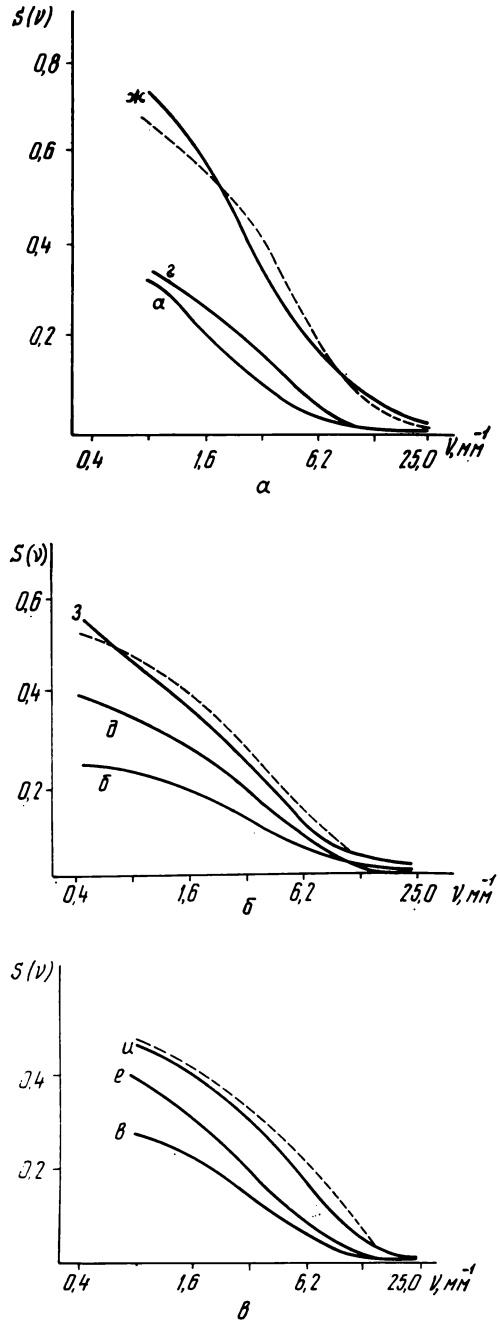


Рис. 10. Частотные характеристики трех исследуемых негативов (функции спектральной плотности S (ν)): - - - — теоретические; ——— — экспериментальные. Обозначения кривых соответствуют обозначениям негативов и позитивов на рис. 7

функции S (ν)— увеличение мощности видеосигнала. С ростом пространственной частоты ν наблюдается обратный эффект. Функция $\sigma^2(\nu)$ по сравнению с функцией $S(\nu)$ оказалась более чувствительной к изменениям параметров кинофотопроцесса. Как показали дальнейшие экспериментальные исследования, функция $\sigma^2(\nu)$ при моделировании параметров частотно-контрастной коррекции может заменить функцию S (ν), причем за счет уменьшения времени вычисления значений функции $\sigma^2(\nu)$ увеличивается производительность определения оптимальных параметров процесса поэлементной печати.

Градационные различия негативов (см. рис. 7, *а*, *б*, *в*) по плотности и контрасту иллюстрируются соответственно гистограммами плотностей негативов $P(D)_{\text{нег}}$, приведенными на рис. 9, *а*, *б*, *в*. Частотные характеристики этих негативов представлены на рис. 10, где кривые *а*, *б*, *в* являются функциями спектральной плотности, и на рис. 8, где кривые *а*, *б*, *в* — функции дисперсии $\sigma^2(\nu)$ гистограмм градиентов. На рис. 7, *г*, *д*, *е* приведены соответствующие позитивные копии, полученные поэлементной печатью без маскирования (цепь обратной связи отключена). Оптимальные параметры γ и $t_{\text{эксп}}$ определены на основе моделирования градационных преобразований. На рис. 9 показаны результаты градационного преобразования гистограммы плотностей негатива $P_j(D)_{\text{нег}}$ в гистограмму плотностей позитива $P_j(D)_{\text{поз}}$. Частотные характеристики полученных позитивных копий —функции S (ν) и $\sigma^2(\nu)$ соответственно приведены на рис. 10 и 8 (кривые *г*, *д*, *е*).

Позитивные копии, представленные на рис. 7, *ж*, *з*, *и*, получены при задании для каждой копии одинаковой гистограммы плотностей позитива $P(D)^{\text{зад}}_{\text{поз}}$ и различных частотных характеристик —функций S (ν) и $\sigma^2(\nu)$. Гистограмма $P(D)^{\text{зад}}_{\text{поз}}$ на рис. 2, функции $S(\nu)^{\text{зад}}_{\text{поз}}$ и $\sigma^2(\nu)^{\text{зад}}_{\text{поз}}$ на рис. 10 и 8 показаны штриховыми линиями. Результаты градационных преобразований при моделировании процесса поэлементной печати с электронным нерез-

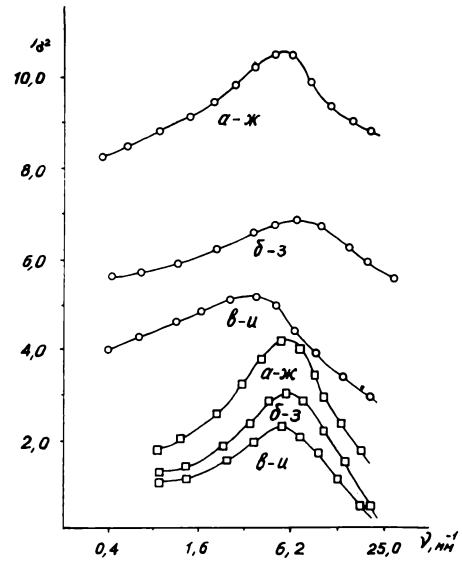


Рис. 11. Передаточные функции K (ν)$_S$(—□—) и K (ν)$_{\sigma^2}$ (—○—) для поэлементной печати с электронным маскированием

ким маскированием приведены на рис. 2, результаты частотных преобразований — на рис. 10 и 8 (кривые *ж*, *з*, *и*).

Полученные позитивные копии с заданными градационными и частотными характеристиками представлены на рис. 7, *ж*, *з*, *и*. Визуальный анализ этих позитивных копий показывает, что при печати с негатива (см. рис. 7, *а*) на копии (см. рис. 7, *ж*) усилена передача мелких деталей (верхних пространственных частот), при этом низкочастотная информация передана аналогично снимкам (см. рис. 7, *з*, *и*), что подтверждается графиками на рис. 2, 10 и 8.

Анализ кривых передаточных функций $K(\nu)_s = S(\nu)_{поз}/S(\nu)_{нег}$, $K(\nu)_{\sigma^2} = \sigma^2(\nu)_{поз}/\sigma^2(\nu)_{нег}$ (рис. 11) для поэлементной печати с электронным маскированием подтверждает возможность применения функции $\sigma^2(\nu)$ при анализе частотной характеристики и моделировании параметров частотно-контрастной коррекции.

Выводы

1. Разработаны метод, алгоритмы и экспериментальная аппаратура автоматизированного управления процессом поэлементной печати, позволяющие на основе объективных данных о параметрах технологической цепи «электронно-копировальный прибор поэлементной печати — кинофотоматериал — химико-фотографическая обработка» и анализа градационных и частотных характеристик исходного негатива моделировать и определять оптимальные управляющие параметры процесса поэлементной печати и получать копии с заданными градационными и частотными характеристиками.

2. Разработанные метод и аппаратура позволяют эффективно использовать технические возможности электронно-копировальных приборов поэлементной печати и исключить традиционный метод проб, основанный на субъективной оценке пробных позитивов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронно-копировальный прибор./В. М. Васькин, В. В. Иванов, О. Г. Овилко и др. Авт. свид. № 775712. — БИ, 1980, № 40.
2. Электронно-копировальный прибор/Л. Ф. Артюшин, О. Г. Овилко, В. М. Васькин и др. Авт. свид. № 917167. — БИ, 1982, № 12.
3. Электронно-копировальный прибор/В. М. Васькин, Л. Ф. Артюшин, О. Г. Овилко, и др. Авт. свид. № 898376. — БИ, 1982, № 2.
4. Электронно-копировальный прибор/Л. Ф. Артюшин, О. Г. Овилко, В. М. Васькин и др. Авт. свид. № 924654. — БИ, 1982, № 16.
5. Артюшин Л. Ф. Основы воспроизведения цвета в фотографии, кино и полиграфии. М.: Искусство, 1970.
6. Ли Т. Г., Адамс Г. Э., Гейнз У. М. Управление процессами с помощью ЭВМ, моделирование и оптимизация. М.: Сов. радио, 1972.
7. Пратт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982, т. 2.
8. Джеймс Т. Х. Теория фотографического процесса. Л.: Химия, 1980.

□ □ □

Авторские свидетельства

СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ТВ КАНАЛУ

«Способ передачи и приема дополнительной информации по ТВ каналу, заключающийся в поочередном формировании на передающей стороне полного ТВ сигнала из видеосигнала и сигнала дополнительной информации и передаче полного ТВ сигнала, а на приемной стороне — в приеме полного ТВ сигнала, разделении его на видеосигнал и сигнал дополнительной информации, формировании из сигнала дополнительной информации знакового видеосигнала и объединении его с видеосигналом, отличающийся тем, что с целью повышения объема передаваемой дополнительной информации на передающей стороне перед формированием полного ТВ сигнала видеосигнал каждой i-й строки ТВ изображения разделяют на постоянную и переменную составляющие, при неравенстве нулю переменной составляющей во время следующего за i-й строкой строчного гасящего импульса в полном ТВ сигнале формируют сигнал поднесущей частоты, промодулированный постоянной составляющей видеосигнала i-й строки, а во время активной части (i+1)-й строки полный ТВ сигнал формируют из сигнала дополнительной информации, на приемной стороне после приема полного ТВ сигнала селектируют строчные гасящие импульсы и при наличии в них сигнала поднесущей частоты формируют видеосигнал последующей строки ТВ изображения, по величине равный амплитуде сигнала поднесущей частоты, при этом в течение той же строки ТВ изображения из полного ТВ сигнала выделяют сигнал дополнительной информации».

Авт. свид. № 1054927, заявка № 3277549/18-09, кл. H04N7/08, приор. от 17.04.81, опубл. 15.11.83.
Заявитель МЭИС.
Автор Мамедов И. Р.

УСТРОЙСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ ОКРЕСТНОСТИ ОБЪЕКТА В ТВ ИЗОБРАЖЕНИИ

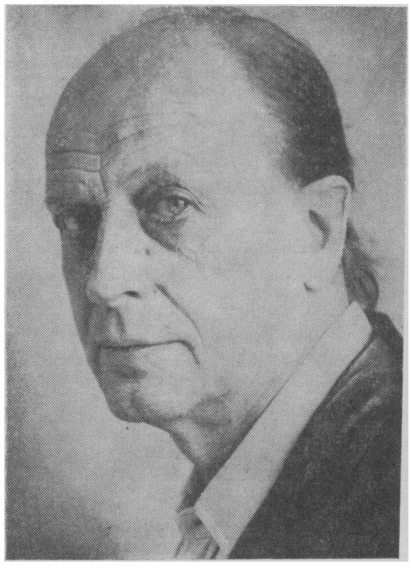
«1. Устройство выделения окрестности объекта в ТВ изображении, содержащее последовательно соединенные формирователь сигнала изображения и блок стробирования, первый и второй выходы которого подключены к первому и второму входам формирователя сигнала контурного изображения, а также блок формирования стробирующих импульсов, первый и второй выходы которого подключены к второму и третьему входам блока стробирования, отличающееся тем, что с целью сокращения времени выделения объекта в него введен блок селекции первой пространственной гармоники, включенный между первым и вторым выходами формирователя сигнала контурного изображения и соответственно первым и вторым входами блока формирования стробирующих импульсов, причем первый и второй выходы блока формирования сигнала контурного изображения подключены соответственно к третьему и четвертому входам блока формирования стробирующих импульсов.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что формирователь сигнала контурного изображения содержит последовательно соединенные блок дифференцирования по строке, вход которого является первым входом формирователя сигнала контурного изображения, и вычислитель модуля результата дифференцирования по строке, выход которого является первым выходом формирователя сигнала контурного изображения, а также последовательно соединенные блок дифференцирования по кадру, вход которого является вторым входом формирователя сигнала контурного изображения, и вычислитель модуля результата дифференцирования по кадру, выход которого является вторым входом формирователя сигнала контурного изображения.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок формирования стробирующих импульсов содержит формирователь строб-импульсов по строке, вход которого является первым входом блока формирования стробирующих импульсов, а выход подключен к первому входу первого элемента И и является первым выходом блока формирования стробирующих импульсов, и формирователь строб-импульсов по кадру, вход которого является вторым входом блока формирования стробирующих импульсов, а выход подключен к первому входу второго элемента И и является вторым выходом блока формирования стробирующих импульсов, вторые входы первого и второго элементов И являются соответственно третьим и четвертым входами блока формирования стробирующих импульсов, а выходы их подключены к первому и второму входам сумматора, выход которого является выходом устройства».

Авт. свид. № 1056476, заявка № 3004575/18-09, кл. H04N7/18, приор. от 11.11.80, опубл. 23.11.83.
Заявитель МЭИС.

Авторы: Зубарев Ю. Б., Ульянов В. Н., Александрова И. Г., Черненков В. Н. и Ярыш В. Л.



В августе 1984 г. исполняется 60 лет со дня рождения Евгения Васильевича Никульского — известного звукооператора, одного из ведущих советских специалистов в области звукотехники, организатора кинопроизводства, изобретателя и рационализатора.

Потребовалось бы очень много места для того, чтобы перечислить все, что сделано Е. В. Никульским. Напомним только, что много и серьезно занимаясь совершенствованием технической базы Свердловской киностудии, он не меньшее внимание уделял практике художественной работы как звукооператор художественных фильмов и дублирования, добившись большого успеха на Всесоюзном кинофестивале 1958 г., где получил премию за звукооператорскую работу в фильме «Во власти золота».

В 1960 г. Е. В. Никульский был направлен на Ленинградскую студию документальных фильмов для организации современного комплекса звукового оформления фильмов, новых видов кинематографа (см. ТКиТ, 1983, № 2). И здесь он успешно совмещал активную инженерную, научную, организаторскую деятельность с звукооператорской работой — с его непосредственным участием осуществлена перезапись более 100 полнометражных стереофонических фильмов.

Инициативный и энергичный человек, всегда до предела загруженный по своей основной работе Е. В. Никульский успевал и успевает сделать еще многое и вне родной студии. Работая в Свердловске, он в начале 50-х годов с группой энтузиастов создал любительский телецентр и открыл ТВ вещание, за что награжден знаком «Почетный радист СССР». В 1967 г. возглавил работы по монтажу и пуску в эксплуатацию звукотехнического и ТВ оборудования Большого концертного зала «Октябрьский» в Ленинграде. Он активно помогал в освоении новой техники и технологии другим студиям в СССР (в частности, «Мосфильму») и за рубежом (НРБ, ПНР, ГДР). Столь же успешно сочетает Е. В. Никульский творческо-производственную работу с передачей своего разностороннего опыта молодежи на студии и в вузах. Он разработал и читал лекции по курсу «Кинотехника» в Ленинградском институте культуры, а с 1980 г. ведет в ЛИКИ курсы «Технология звукозаписи и звукорежиссура» и «Технология звукопроизводства».

Ленинградским кинематографистам хорошо известна и активная общественная деятельность коммуниста Е. В. Никульского в отделении Союза кинематографистов СССР. За многолетнюю успешную работу в кинематографии Е. В. Никульский награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями, Почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

Поздравляя Евгения Васильевича с юбилеем, редколлегия и редакция журнала «Техника кино и телевидения» желает ему столь же энергично продолжать свою многогранную плодотворную деятельность еще многие и многие годы.

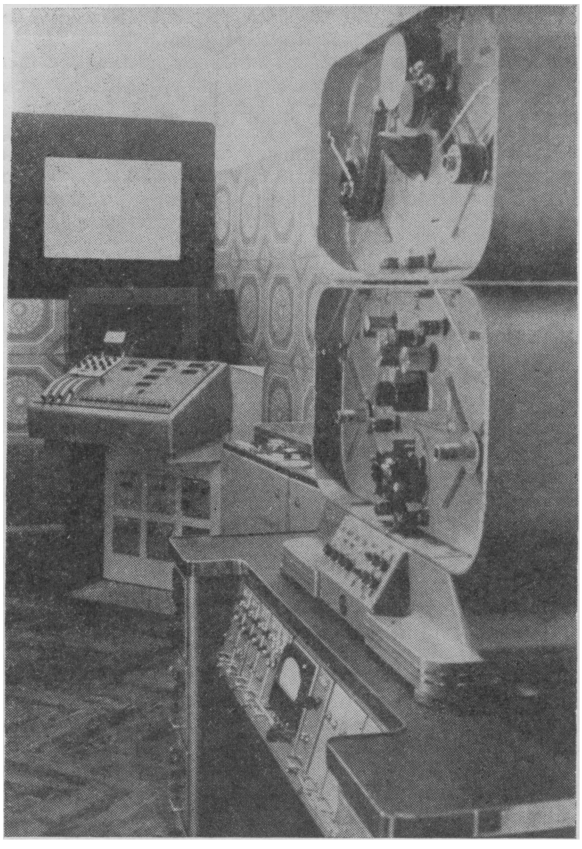
УДК 778.534.45:778.582]:621.38

Синхронный с изображением электронный монтаж фонограмм

Е. В. Никульский

В 1982—1983 гг. на Ленинградской студии документальных фильмов в соответствии с планом внедрения новой техники и технологии группой специалистов (А. В. Никитин, В. В. Никитин, И. В. Павлов, Ю. М. Харьков и Е. В. Никульский) были выполнены работы по созданию экспериментального комплекса обрудования для синхронного с изображением электронного монтажа фонограмм при производстве обычных и широкоэкранных кинофильмов с монофонической фонограммой.

В процессе производства фильма всю звуковую информацию, содержащуюся в его окончательной фонограмме — магнитном оригинале перезаписи, предварительно записывают на отдельных пленках и монтируют синхронно с изображением. Как правило, первичную запись всех фонограмм производят на 6,25-мм ленте, а отобранные для монтажа фрагменты копируют на 35-мм перфорированную ленту. 35-мм фонограммы монтируют синхронно с изображением в отдельные ролики, так называемые фонограммы «к перезаписи». В зависимости от сложности звуковой композиции, число фонограмм, подготовляемых к перезаписи, может меняться от трех («реплики», «музыка», «шумы») до 10—15. Фонограммы «к перезаписи» монтируют на звукомонтажных столах, позволяющих прослушивать фонограммы синхронно с изображением и смещать фонограмму относительно изображения в процессе поиска синхронного соответствия. Синхронизированные с изображением отдельные участки фоно-



Внешний вид экспериментального комплекса оборудования для электронного монтажа фонограмм синхронно с изображением

грамм разрезают на куски, а куски вновь склеивают между собой в последовательности диктуемой творческой задачей.

После завершения процесса перезаписи дальнейшее повторное использование магнитной ленты ограничивается большим числом склеек между короткими кусками, часто имеющими разные параметры рабочего слоя. Безвозвратные потери магнитной ленты из-за ее разрезания значительны: только на ЛСДФ ежегодно по этой причине теряется около 200—300 тыс. метров.

Сегодня нет необходимости доказывать, что работы по созданию технологии монтажа фонограмм по так называемому «электронному» методу, т. е. без традиционного разрезания ленты на куски и последующего ее склеивания, особенно актуальны. В то же время следует помнить, что задача внедрения электронного монтажа не простая и для полного своего решения требует длительного времени и значительных усилий инженеров и художественно-творческих работников. Однако уже сегодня есть все основания быть уверенным в успешном решении этой задачи. Рассмотрим основные предпосылки создания технологии электронного монтажа фонограмм.

Первая предпосылка — разработанный в начале 60-х годов на ЛСДФ и широко вошедший в практику метод «синхронного вписывания». В технологических процессах перезаписи и озвучивания этот метод зарекомендовал себя с лучшей стороны.

Суть метода сводится к следующему. Используются два синхронно-связанных аппарата: воспроизводящий оригинал фонограммы и записывающий ее копию. В аппарате записи следует обеспечить переключение из режима «Воспроизведение» в режим «Запись» и обратно без останова ленты, при этом момент перехода из режима в режим не должен сопровождаться появлением на записываемой фонограмме заметных на слух помех, пропусков и нахлестов старой и новой записи. Если указанные требования выполнены, то возможно незаметное на слух повторное «вписывание» отдельных участков с оригинала фонограммы в первоначально записанную копию. Длительность наплыва старой и новой записи при переключении режимов составляет 20 мс, т. е. ранее записанная фонограмма заменяется на новую на участке ленты длиной 10 мм (примерно две перфорации).

Вторая предпосылка — широко вошедшая в практику запись и воспроизведение фонограммы на неперфорированном звуконосителе синхронно с изображением, снятом на 35-мм перфорированной пленке. Синхронизация этой фонограммы при воспроизведении одновременно с изображением производится взаимным адресно-цифровым кодом.

Третья предпосылка — накопившийся на ЛСДФ опыт по разработке и эксплуатации систем взаимного адресно-цифрового управления аппаратами различного назначения; применения вычислительной техники для автоматизации ряда операций по взаимной точной синхронизации аппаратов, участвующих в технологическом процессе, переключению режимов их работы по заданной в цифровом виде программе.

И, наконец, четвертая, наиболее важная предпосылка — это накопившийся в мире богатый опыт электронного монтажа видеозаписей в телевидении, где использование ножниц в монтаже было практически сразу исключено самой сущностью физических процессов, происходящих в видеомагнитофоне.

В работе, которой посвящена эта статья, преследовалась цель уже сегодня полностью исключить ножницы на всех этапах монтажа кинофильма. В кино, видимо, еще долгое время сохранится традиционный монтаж изображения с помощью ножниц и синхронный с ним монтаж фонограммы реплик, ибо сломать или найти замену сложившимся за многие годы методам поиска в монтаже художественной формы кинематографического произведения — задача наисложнейшая.

Опыт монтажа изображения при создании видео-

фильмов показал, что достигнуть эстетического совершенства киномонтажа пока не удалось, несмотря на большое число изобретенных в мире систем электронного монтажа, так как они еще не доведены до технологического совершенства, диктуемого художественно-творческим процессом. Однако монтаж ряда фонограмм, подготовляемых к перезаписи, которые в большинстве своем монтируются после полного завершения работы по монтажу изображения и фонограммы синхронных реплик, можно уже сегодня выполнить электронными средствами.

В первую очередь к числу таких фонограмм следует отнести подготовляемые к перезаписи фонограммы музыки, фоновых и синхронных шумов, как правило всегда монтируемых по окончании монтажа рабочего изображения.

Создание экспериментального комплекса оборудования для монтажа фонограмм, осуществляемого синхронно с изображением «бескровным» — электронным методом, позволит накопить технологический опыт, оценить возможности метода, выявить недостатки и наметить пути совершенствования его аппаратурной базы.

Все изложенное выше определило целесообразность разработки на первом этапе комплекса, предназначенного для монтажа фонограмм музыки подготовляемых к перезаписи документальных фильмов, и отработки технологии такого монтажа.

Детальный анализ особенностей работы и приемов, которыми пользуются в процессе монтажа фонограмм режиссер, музыкальный оформитель и звукооператор, позволил определить состав оборудования комплекса и технические требования к аппаратуре. В состав комплекса входят звукомонтажный аппарта для синхронного с изображением монтажа фонограмм электронным методом и система адресно-цифрового управления.

Звукомонтажный аппарат представляет собой устройство, в котором совмещены кинопроектор с непрерывным движением киноленты и звукозаписывающий аппарат, обеспечивающий раздельную последовательную запись четырех фонограмм на 35-мм ленту (по четырехканальному стандарту расположения дорожек). Аппарат дает возможность также воспроизводить все четыре фонограммы одновременно. Проекционная часть аппарата проецирует изображение на экран по способу оптического выравнивания двенадцатигранной призмой, вращающейся синхронно с 48-зубым барабаном. Вал зубчатого барабана кинематически связан с валом призмы через дифференциал, позволяющий при помощи отдельного электродвигателя дистанционно корректировать положение рамки на экране.

Зарядка лентопротяжного тракта, имеющего единственный зубчатый барабан, предельно проста. В качестве источника света использована галогенная лампа. Чтобы исключить перегревание киноленты при длительном останове, используют три светофильтра, резко снижающие световой поток в инфракрасной области спектра излучения лампы. Проекционный луч направляется вертикально вверх через объектив с $f'=120$ мм и отражается на экран под углом 90° призмой, установленной сверху. Проекционная часть аппарата размещена в стандартном корпусе лентопротяжного механизма аппарата КЗМ первого поколения, жестко закрепленном на аналогичном корпусе звукозаписывающего аппарата 25Д-16 из комплекта КЗМ-7. Лентопротяжные тракты проектора и звукозаписывающего аппарата кинематически связаны между собой и приводятся в движение одним синхронным электродвигателем. Скорость транспортирования ленты — 456 мм/с (24 кадр/с) в обоих направлениях. Подающие и приемные узлы лентопротяжных трактов расположены на валах четырех асинхронных двигателей, благодаря чему лента в обоих трактах независимо подматывается и перематывается. Электрическая схема управления электродвигателями обеспечивает дистанционное и местное управление режимами аппарата и предупреждает образование петель и напусков лент при их останове или изменении направления движения.

Звукозаписывающая часть аппарата представляет собой модернизированный комплект КЗМ-7. Поскольку не ставилась цель создания промышленного образца для монтажа фонограмм электронным методом был разработан лишь действующий макет аппарата, необходимый для обоснования перспективности новой технологии. Поэтому целесообразно было использовать для этого комплект КЗМ-7, несколько модернизировав его. В лентопротяжном тракте аппарата 25Д-16 для уменьшения времени включения режима «Запись» при вписывании, а также добавления режима поканального вписывания и записи, были заменены старые блоки головок на новые из унифицированного ряда 1БГ3 и 4БГ10. Блоки 1БГ3 используются для записи фонограмм по одноканальному стандарту, а блоки 4БГ10— по четырехканальному.

Для улучшения параметров записи, а также расширения функциональных технологических возможностей в усилительном столе 55К-4 заменены усилители 51У26 на усилители 7У56, изменена схема ВЧ генератора стирания и смещения. Встроена также схема «вписывания», обеспечивающая плавный (наплывом) переход из режима «Воспроизведение» в режиме «Запись» и обратно за время 20 мс без останова ленты. При этом момент перехода из режима в режим не сопровождается появлением на фонограмме заметных на слух помех, пропусков или нахлестов старой и новой записи. Это позволяет плавно заменять первоначально записанную фонограмму на новую на участке ленты длиной примерно в две перфорации.

Включением режимов «Запись» и «Воспроизведе-

ние» управляют дистанционно от системы адресно-цифрового управления.

Система адресно-цифрового управления. В общем виде традиционный монтаж фонограмм представляется как процесс, протекающий значительно медленнее, чем демонстрируется фильм на экране, а электронный монтаж возможен только со скоростью демонстрирования фильма, т. е. 24 кадр/с. Известно, что скорость и точность монтажа зависят как от профессиональной подготовленности ведущего монтаж оператора, так и от его реакции. С повышением скорости монтажа снижается точность работы. Вряд ли реакция оператора при ручном управлении операциями по пуску и переключению режимов работы всех аппаратов, участвующих в монтаже со скоростью 24 кадр/с, может обеспечить лучшую точность монтажа, чем ±10—15 кадров.

В реальном времени необходимую точность монтажа ±1 кадр и менее можно получить только за счет автоматических устройств, работающих по заранее составленной программе. Не следует, однако, понимать это так, что программа должна быть составлена на монтаж целой части фонограммы фильма. Программу определяют в ходе самого монтажа, ее можно продумать, пооперационно уточнить и зафиксировать в некотором устройстве, которое в дальнейшем обеспечит автоматическое управление аппаратами на заданном участке фильма при скорости монтажа 24 кадр/с.

Таким устройством и является система адресно-цифрового управления аппаратами, участвующими в монтаже, т. е. звукомонтажным аппаратом и несколькими аппаратами, с которых воспроизводятся оригиналы 6,25-мм фонограмм. Ролик изображения одной части фильма представляет собой последовательный ряд кадров (здесь и далее под словом «кадр» подразумевается отдельный кадрик изображения). Если их просчитать от первого до последнего, то в части их будет около 15000 и каждый из них будет иметь определенный порядковый номер, который и можно принять за адрес кадра в этом непрерывном ряду, номер кадра можно рассматривать и как адрес каждого 19-мм участка фонограммы. Таким образом, пятизначное число будет кадровым цифровым адресом каждого кадра и участка фонограммы одной части. Такой код принято называть децимальным. (При монтаже видеофильмов применяется другая система адресации кадров, так называемый код SMPTE, который содержит информацию о реальном времени, т. е. часы, минуты, секунды и порядковый номер кадра в секунде, а также другую служебную информацию).

Рассмотрим основные функции системы адресно-цифрового управления.

Система переводит получаемую из устройств, имеющихся на всех аппаратах, информацию о частоте следования кадров и направлении движения ленты в код цифрового пятизначного адреса каждого порядкового номера кадра.

В процессе движения лент и при их останове система непрерывно на трех пятизначных индикаторах отображает адрес позиции ленты на двух аппаратах воспроизведения и одном звукомонтажном аппарате.

При нажатии одной из кнопок, находящихся рядом с индикаторами, система выводит на индикатор информацию об адресе позиции движущейся ленты и длительное время сохраняет эту информацию, а при нажатии другой кнопки — отсчитывает текущую позицию с 00000 в момент нажатия, т. е. переносит ноль отсчета.

С помощью пятизначных адресонабирателей, расположенных под соответствующими индикаторами аппаратов воспроизведения, в систему можно ввести адрес позиции ленты для его автоматического поиска. При нажатой кнопке «Поиск» необходимые команды поступают в блок дистанционного управления аппаратами воспроизведения для автоматического поиска адреса позиции ленты, идентичного адресу, заданному адресонабирателем (поиск до совпадения цифрового адреса позиции ленты, отображаемой на индикаторе, с адресом, введенным в адресонабиратель). При обратном ходе звукомонтажного аппарата гарантируется его останов на заданном адресе, введенном в адресонабиратель.

В зависимости от выбора одной из заложенных в устройство функциональных программ работы системы адресно-цифрового управления обеспечиваются следующие операции. В режиме ручного управления система позволяет дистанционно управлять всеми режимами аппаратов, участвующих в монтаже, с помощью соответствующих кнопок, расположенных на пульте управления, а также запускать аппараты воспроизведения в момент открытия регуляторов уровня.

По соответствующим командам, поступающим в блок дистанционного управления, обеспечивается последовательное включение хода ленты двух аппаратов воспроизведения, которое выполняется при совпадении адресов, введенных в адресонабиратели этих аппаратов, с текущим адресом позиции ленты звукомонтажного аппарата.

Система подает команду на включение режима «Запись» в блок дистанционного управления звукомонтажного аппарата через интервал в 10 кадров после момента включения хода ленты на одном из аппаратов воспроизведения, а также команду на выход из режима «Запись», когда достигнут заданный адрес позиции ленты звукомонтажного аппарата.

Система адресно-цифрового управления конструктивно совмещена с микшерным устройством, имеет общую с ним панель управления, на которой слева расположены четыре регулятора уровня, обеспечивающих смешивание четырех звуковых сигналов в

один. В состав системы входят также четыре фильтра сосредоточенной коррекции, переключатель измерителя уровня и слухового контроля. Справа находятся три пятизначных индикатора кода позиции ленты в аппаратах. Средний индикатор относится к звукомонтажному аппарату, левый и правый соответственно — к аппаратам воспроизведения. (В качестве аппаратов воспроизведения 6,25-мм фонограмм использованы магнитофоны STM-200, модернизированные с учетом поставленных технологических и функциональных задач).

Под индикаторами позиции ленты аппаратов воспроизведения расположены адресонабиратели автоматического поиска адреса ленты; под средним индикатором позиции текущего адреса звукомонтажного аппарата — три адресонабирателя системы управления режимами работы, а ниже — клавиша управления коррекцией рамки на экране и переключатель программы (программонабиратель). В нижней части панели имеются кнопки ручного дистанционного управления всеми режимами аппаратов, участвующих в монтаже.

Технология электронного монтажа фонограмм с использованием звукомонтажного комплекса

Монтаж фонограмм к перезаписи электронным методом возможен только после полного окончания монтажа рабочего изображения и фонограммы синхронных реплик к нему. Внесение последующих, даже незначительных, поправок в рабочий позитив изображения, вызванных теми или иными причинами, практически исключается, так как это потребует полного повторного электронного монтажа остальных пленок. Это обстоятельство налагает особую ответственность за качество выполняемых работ по монтажу изображения (ИЗО) и репличных фонограмм, а также приемку фильма на двух пленках.

При монтаже целесообразно использовать все четыре раздельных канала записи фонограммы. Таким образом при построении несложной звуковой композиции можно смонтировать на одной пленке например две музыкальных фонограммы и две шумовых, или одну дорожку использовать для монтажа авторского комментария или дикторского текста, вторую для монтажа музыки, а остальные две для монтажа шумов.

Последняя комбинация комплекта фонограмм, монтируемых к перезаписи, наиболее часто используется в производстве простых по звуковому решению хроникальных, документальных, научно-популярных и учебных фильмов и в первую очередь киножурналов.

Использование четырехканальной записи и последующее воспроизведение такой фонограммы с одного аппарата воспроизведения позволяет получить некоторые технические преимущества при перезаписи и добиться значительной экономии магнитной ленты при выполнении работ по подготовке фонограмм к перезаписи.

При подготовке сложных звуковых композиций можно использовать две и бо́льшее число лент, несущих соответственно 4,8 и 12 смонтированных фонограмм. Наиболее сложным является монтаж музыкальных фонограмм. На примере монтажа этих фонограмм электронным методом можно проследить предлагаемую технологию с использованием рассмотренного выше звукомонтажного комплекса.

Прежде всего рассмотрим основные недостатки традиционной технологии монтажа фонограмм. В первую очередь это, конечно, безвозвратные потери 6,25-мм и 35-мм ленты. Большое число склеек после монтажа исключает последующую качественную запись на ней. Другой недостаток связан с необходимостью в дополнительной технологической операции изготовления методом электрокопирования с 6,25-мм оригиналов специальных копий для монтажа. При значительных масштабах производства такая операция требует применения технологического комплекса, оснащенного специально предназначенной для этого аппаратурой.

Однако к самым существенным недостаткам следует отнести отбор материала для копирования, выполняемый вслепую, без изображения, вследствие чего скопированные куски нельзя использовать в монтаже либо по причине их несинхронности или несоразмерности с происходящим на экране, либо по несовместимости фактуры звука и изображения (чаще всего это случается при монтаже шумовых фонограмм). При монтаже музыки записанные «вслепую» заготовки фонограмм, подложенные под изображение на монтажном столе, часто оказываются непригодными из-за нарушения художественно-творческого замысла и эмоционального восприятия эпизода фильма. В результате это приводит к потере времени на повторное копирование и лишнему расходу магнитной ленты.

На первом этапе освоения технологических возможностей звукомонтажного комплекса можно представить следующую технологию электронного монтажа подготовляемых к перезаписи фонограмм, которую рассмотрим применительно к монтажу музыкальных фонограмм оригинальной музыки.

Оригинальную музыку в большинстве случаев записывают в аппаратно-студийном комплексе, позволяющем вести музыкальное озвучивание под демонстрируемое изображение. При этом оригинал музыкальной фонограммы записывают на 6,25-мм магнитофоны, оборудованные для цифровой индексации рулонов фонограммы. Телекинопроектор, демонстрирующий фрагменты изображения, также оборудован системой цифровой адресации.

Музыкальное озвучивание должно выполняться после окончательного монтажа рабочего изображения частей фильма. В отдельных случаях возможно озвучивание под законченные монтажные эпизоды или фрагменты части. При работе с частью фильма не требуется вырезать отдельные эпизоды.

Цифровое программное устройство, находящееся в аппаратно-студийном комплексе, позволяет с точностью до одного кадра определить начало и конец эпизода и работать с изображением, демонстрируемым с телекинопроектора в режиме «челнока»; оно имеет номинальную скорость при прямом ходе и ускоренный обратный возврат пленки в пределах одного эпизода.

При подготовке изображения к озвучиванию целесообразно заранее определить цифровые адреса первых и последних кадров (Н и К) эпизодов части, подлежащих озвучиванию, и представить вместе с частью изображения несложный паспорт-формуляр.

Ввод этих адресов в адресонабиратели программного устройства позволит в процессе озвучивания обеспечить быстрый автоматический поиск необходимого эпизода. Цифровые адреса можно определить прогоном ИЗО на звукомонтажном столе или телекинопроекторе, если эти аппараты оборудованы кадросчетчиками. Для этой цели можно использовать синхронизатор с механическим кадросчетчиком.

В процессе записи рулонов музыкальных фонограмм (обычно запись ведется на 1000-м рулонах) целесообразно также отмечать и заносить в формуляр цифровой адрес начала каждого дубля фонограммы и адреса Н и К ИЗО записываемого фрагмента. Порядковый номер каждого последующего кадра следует отсчитывать с 00000 для каждого рулона записи. В качестве точки начала отсчета принимается склейка между начальным защитным ракордом и лентой; при отсутствии ракорда точку отсчета необходимо пометить. Перед обнулением счетчика кадров точку отсчета на ленте следует совместить с рабочим зазором воспроизводящей головки магнитофона.

Такой формуляр цифровых адресов на каждую коробку записи позволит в дальнейшем ускорить процесс поиска необходимых дублей фонограмм, соответствующих отдельным фрагментам изображения.

Порядок монтажа фонограммы следующий:

для электронного монтажа фонограммы музыкального сопровождения к той или иной части фильма необходимо иметь смонтированный рабочий позитив части фильма, паспорт-формуляр с указанием цифровых адресов первых и последних кадров фрагментов или эпизодов изображения, озвученных музыкой (его можно составить в процессе монтажа); рулоны 6,25-мм оригиналов музыкальных фонограмм, полученных в результате музыкального озвучивания; паспорта-формуляры с указанием цифровых адресов первых кадров всех дублей фонограмм, предназначенных для соответствующих номеров изображения; магнитную ленту длиной, соответствующей длине рабочего позитива ИЗО, включая ракорды.

До начала монтажа устанавливают рабочие режимы аппарата записи (ток записи и смещения), требуемые для используемой магнитной ленты. В проекционную часть аппарата пленка заряжается по первому кадру печатного ракорда после защитного ракорда ИЗО. Перед зарядкой киноленты целесообразно установить по экрану такое положение двенадцатигранной призмы, когда ее грань не видна. В записывающую часть заряжается чистая магнитная лента. На ленте, расположенной на воспроизводящей головке, ставят риску и делают надпись «Начало защитного ракорда». Перед зарядкой ленту желательно размагнитить дросселем.

Нажимом кнопки «Вперед» пленку с изображением и магнитную ленту прогоняют до конца защитного ракорда и кнопкой «Стоп» останавливают. Кнопкой, расположенной под панелью управления звукомонтажного аппарата снимается его торможение, что позволяет вручную повернуть ведущий зубчатый барабан лентопротяжного тракта записи и установить на экране первый кадр изображения, следующий непосредственно после печатного ракорда. На участке магнитной ленты, расположенном против воспроизводящей головки, ставят две поперечные линии, отстоящие друг от друга на четыре перфорации. Между линиями пишут букву Н — это место на будущей фонограмме будет соответствовать первому кадру изображения. После этого следует сдвинуть вручную пленки на один кадр в сторону ракорда и обнулить счетчик кадров звукомонтажного аппарата, нажав левую кнопку, расположенную рядом со средним индикатором на пульте управления. На индикаторе во всех разрядах должны появиться 00000. Перемещая пленку вручную в различных направлениях между последним кадром ракорда и первым кадром ИЗО (это хорошо видно на экране) следует убедиться, что смена цифр с 00000 на 00001 происходит в тот момент, когда на экране видны оба кадра. Если это так, то звукомонтажный аппарат готов к работе.

Если первый фрагмент музыкального сопровождения должен начаться с первого кадра изображения части, на верхнем адресонабирателе звукомонтажного аппарата набирается 99800, на среднем — 99980, на нижнем — 00425. По адресно-цифровому формуляру находится адрес музыкального куска фрагмента. Рулон с 6,25-мм фонограммой заряжают в правый магнитофон STM-200. Точку между защитным ракордом и магнитной фонограммой устанавливают напротив рабочего зазора воспроизводящей головки. После этого магнитофон готов к работе.

Адресонабирателем, расположенным на пульте управления под правым индикатором, набирается адрес поиска 01100, счетчик обнуляется кнопкой, расположенной слева. На индикаторе должны появиться 00000. После этого нажимается кнопка «Поиск» правого магнитофона и магнитофон автоматически ищет требуемый участок фонограммы.

После останова ленты переключатель контроля переводится в положение 1 «Выход пульта». Открыв регулятор правого магнитофона, нажимают кнопку «Воспроизведение». Магнитофон воспроизводит подлежащий монтажу фрагмент музыкального сопровождения. В процессе прослушивания фрагмента регулятором устанавливают требуемый уровень и, если это необходимо, осуществляют коррекцию, используя расположенные над регулятором корректоры. Этим добиваются необходимого тембрального баланса звучания фонограммы. После того, как выполнены указанные операции, нажимают кнопку «Стоп» правого магнитофона и затем кнопку «Поиск». Магнитофон автоматически возвращается на исходную позицию начала фонограммы. Перемещая вручную пленку, следует убедиться, что начало звучания музыкального фрагмента соответствует точке останова. В этом случае на индикаторе должны быть высвечены цифры 01100. Если высвечиваются иные цифры, необходимо их зафиксировать в адресонабирателе, установив соответствующую коррекцию. После этого фонограмму на магнитофоне следует вернуть в сторону подающего рулона на семь кадров (по счетчику или разметочному участку на магнитофоне) и магнитофон готов к работе.

Следующей операцией является вписывание отрезка музыкального фрагмента в 35-мм фонограмму. Для этого необходимо убедиться, что на индикаторе звукомонтажного устройства 00000, после чего нажать кнопку «Назад». Аппарат должен выполнить команду, остановиться на цифре, близкой к 99800 (точное соответствие цифр на индикаторе адресонабирателя не имеет значения, так как звукомонтажный аппарат вышел на позицию, с которой необходим разгон аппарата для достижения бездетонационной работы — около 150 кадров). Переключатель контроля устанавливают в положение «ЗМА». После этого на пульте управления нажимают одновременно две кнопки ЗМА: «Запись» и «Воспроизведение».

Правильность вписываемого отрезка контролируют по экрану. Вписав первый отрезок, приступают к записи последующего. Необходимые подготовительные операции те же, что и при записи первого, при этом следует руководствоваться в наборе соответствующих адресов формуляром. «Прогнав» звукомонтажный аппарат вперед до начала следующего фрагмента, находят фрагмент вручную по цифровому коду на индикаторе звукомонтажного аппарата (ЗМА) и найденный адрес кадра фиксируют в среднем адресонабирателе, вычитая из фактического адреса 10 кадров. В нижний наборник вводят адрес конца фрагмента, прибавив к нему пять кадров. Установив адрес на наборнике правого ТМ-200, отыскивают начало дубля, проверяют его и затем возвращают все пленки в исходное для вписывания положение. Далее, нажав две кнопки ЗМА, начинают вписывание. Если лента не была предварительно размагничена, между фрагментами музыки следует записать паузу, закрыв все регуляторы уровня на пульте.

При соответствующем навыке монтаж ведется достаточно быстро и занимает меньше времени, чем суммарное время на копирование и подкладку кусков по старой технологии.

По окончании монтажа в адресонабиратель аппарата магнитной записи (АМЗ) вводится 00000, нажимается кнопка «Обратный ход» и через 10 мин отмотки можно просмотреть результаты монтажа. Когда необходима жесткая экономия времени, оба тракта АМЗ следует разрядить, пленку перемотать и зарядить по начальным отметкам.

Запись и монтаж фонограмм из фонотеки

Для ускорения процесса монтажа с использованием 6,25-мм музыкальных фонограмм, хранящихся в фонотеке, необходимо провести их адресацию и паспортизацию. Это обеспечит в дальнейшем быстрый поиск необходимого места или фрагмента в музыкальном произведении, используемом для оформления фильмов. Желательно, чтобы адресация включала в себя не только начало и конец музыкального произведения, но и точки, в которых возможен монтаж музыкальных фрагментов в ходе ее временнóй трансформации, необходимой для соответствия длины музыкального фрагмента, длине фрагмента изображения.

Из опыта работы известно, что уложить музыкальный материал в заданный метраж изображения музыкальному оформителю удается только за счет соединения между собой отдельных, иногда повторяющихся фрагментов (отрезков) фонограммы музыкального произведения. Границы фрагментов или отрезков обычно определяют на слух при чередовании музыкальных фраз, помечают и замеряют их длину. По результатам измерения музыкальный оформитель определяет, какая сумма фрагментов может иметь длину, заданную изображением. Затем отрезки соединяют между собой с таким расчетом, чтобы монтаж не нарушил музыкально-логическую структуру произведения.

Наличие в паспорте на музыкальное произведение адресов начал музыкальных фраз и возможных точек монтажа, а также данных об их длительности в кадрах, облегчит поиск и расчет укладки музыкальных фрагментов в заданную длину изображения.

Монтаж фонограмм целесообразно начинать с отбора музыкального материала и составления паспорта и программы монтажа. Для этого в проектор ЗМА заряжается только кинолента с изображением, выводится на экран последний кадр печатного ракорда и обнуляется счетчик ЗМА. Просматривая изображение, находят его фрагменты и записывают в монтажный паспорт Н и К каждого фрагмента. Затем музыкальный оформитель подбирает из фонотеки несколько вариантов музыкальных произведений и предъявляет их режиссеру для синхронного

с изображением прослушивания. Для этого он использует автопуск магнитофона по заданному адресу изображения. Как рассматривалось ранее, отобрав необходимое произведение, он принимает решение, каким способом выполнять монтаж: соединением музыкальных отрезков или использованием метода медленного наплыва одной фонограммы на другую, например, первую часть произведения соединить с конечной. В последнем случае музыкальный оформитель делает копию конечной части произведения на другом магнитофоне и, используя ее для воспроизведения при монтаже микшированием, запускает одновременно два магнитофона. Второй магнитофон можно запускать нижним адресонабирателем или открытием ручки регулятора. Установкой соответствующих адресов в адресонабиратель обоих магнитофонов добиваются, чтобы первая половина музыкального произведения начиналась по первому кадру изображения, а фонограмма конечной части произведения заканчивалась с его последним кадром. На образовавшемся нахлесте двух фонограмм методом микширования на отобранном участке выполняется наплыв.

Монтаж методом соединения отрезков фонограмм осуществляется так же, как и при монтаже ножницами. Отобранные отрезки последовательно соединяют следующим образом. Устанавливают программатор в положение «З», после чего находят по изображению место вступления фонограммы. Затем обнуляют счетчик ЗМА и вводят в средний адресонабиратель 99800, а в нижний 99990, переключив контроль на АВ. Далее находят начало фонограммы на магнитофоне, используя адрес, или вручную. Обнулив индикатор правого магнитофона, найденную точку отводят в сторону подающего рулона на семь кадров, переключают контроль на выход ЗМА и двумя кнопками «Воспроизведение» и «Запись» пускают АМЗ. Отрезок фонограммы записывают до места стыка со следующим фрагментом с некоторым запасом (20—30 кадров). После этого возвращают ЗМА в точку стыка, находят при прослушивании точку вступления следующего куска и кнопкой «Обратный ход» возвращают ЗМА на 200 кадров, переключают контроль на правый магнитофон, находят точку начала второго отрезка фонограммы (вручную или автоматически по адресу). Затем обнуляют счетчик магнитофона, переключают контроль на ЗМА, нажимают две кнопки ЗМА «Запись» и «Воспроизведение», записывают участок фонограммы и т. д.

В случае неточной записи смещают (по счетчику на интервал ±2 кадра) фонограммы на магнитофоне и повторяют «вписывание». Все дальнейшие операции повторяются в том же порядке вплоть до конца монтажа. При приобретенном навыке, чередуя способы монтажа, можно смонтировать любые фонограммы электронным методом. Смонтированная часть музыкального сопровождения готова к перезаписи, если на ее фонограмме поставлен специальный знак — зарядный крест, по которому она будет заряжена к перезаписи.

Технологические приемы по монтажу шумовых фонограмм практически не отличаются от приведенных выше.

Мы надеемся, что опытная эксплуатация комплекса позволит выявить его недостатки, устранение которых даст необходимый материал для поиска приемлемой по творческим задачам техники монтажа электронным методом.

Выводы

1. Внедрение в производство электронного монтажа фонограмм обеспечивает существенную экономию магнитной ленты.

2. Создание опытно-экспериментального комплекса электронного монтажа позволит накопить опыт, определить творческие и технические условия для разработки промышленных образцов оборудования для выполнения подобных работ.

3. Внедрение в производство подобных комплексов в конечном итоге даст возможность объединить в единый творческий и технологический процесс, существующие сегодня отдельно: процесс изготовления копий с 6,25-мм оригиналов фонограмм на 35-мм ленту для монтажа, процесс монтажа 35-мм фонограмм к перезаписи и процесс перезаписи.

Смонтированные и соответствующим образом смикшированные в ходе электронного монтажа звуковые компоненты, вписанные в отдельные каналы, можно просуммировать при воспроизведении, а сама четырехканальная фонограмма будет представлять собой магнитный оригинал перезаписи.

Ленинградская студия документальных фильмов

□ □ □

УДК 778.534.45:771.531.351.4:778.6].023

Влияние оксиэтилцеллюлозы на качество раздельной обработки фонограмм цветных фильмокопий

Р. С. Зуева, Т. В. Константинова

Рассмотренные в [1] рецептура, технология приготовления и методы контроля вязкого проявляющего раствора для раздельной повторной обработки фонограмм на цветных позитивных кинопленках позволили при использовании карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) марки 85/500 ОСТ 6-05-386—80 получить более однородные и стабильные проявляющие растворы по сравнению с применяемыми ранее [2]. Однако присущие КМЦ недостатки (разделение раствора на слои разной вязкости, наличие нерастворимых и труднофильтруемых частиц) оставляют возможность для возникновения дефектов при нанесении проявляющего раствора, приводят к дополнительным технологическим операциям (отстаивание, перемешивание, неоднократные фильтрации), вызывают засорение коммуникаций. В связи с этим поиск вещества, повышающего вязкость черно-белого проявляющего раствора для повторной обработки фонограмм на цветных позитивных кинопленках, свободного от недостатков КМЦ, является весьма актуальным с точки зрения повышения качества и снижения трудоемкости приготовления проявляющего раствора.

Известно много веществ, пригодных для увеличения вязкости обрабатывающих растворов [3, 4]. В практике кинопромышленности ГДР с успехом применяют для этого эфир крахмала — сольвитозу Ц-5. Многие зарубежные фирмы, в том числе «Кодак», используют в составе вязких черно-белых проявляющих растворов оксиэтилцеллюлозу (торговое название — натразол 250 НК).

Выбор повышающего вязкость вещества, удовлетворяющего требованиям к вязким проявляющим растворам для раздельного повторного проявления фонограмм на цветных позитивных кинопленках, был начат с исследования возможностей применения в их рецептуре оксиэтилцеллюлозы (ОЭЦ).

Изучалась устойчивость растворов ОЭЦ к действию компонентов проявляющего раствора и влияние ОЭЦ в рецептуре проявляющего раствора на фотографические и звукометрические показатели. Для исследований была выбрана оксиэтилцеллюлоза марки ОЭЦ-30 ТУ 6-05-221-317—75 партии 12П, выпускаемая отечественной промышленностью и рекомендованная для приготовления вязких проявляющих растворов и паст, которую сравнивали с карбоксиметилцеллюлозой марки 85-500 ОСТ 6-05-386—80 партии 334.

Было рассмотрено действие компонентов проявляющего раствора на устойчивость растворов ОЭЦ в диапазоне концентраций ОЭЦ 5—30 г/л. Компоненты вводили в обычно применяемых концентрациях индивидуально, а также суммарно в последовательности, принятой для проявляющего раствора с КМЦ [1], после полного растворения предыдущего компонента.

Установлено, что растворы ОЭЦ, в отличие от КМЦ, не имеют нерастворимых включений, не разделяются на слои с разной вязкостью и не меняют свою вязкость в течение длительного хранения. Компоненты проявляющего раствора, введенные индивидуально и суммарно, не вызывают помутнения и коагуляции ОЭЦ. Наблюдали также, что едкий натр сильнее снижает вязкость растворов ОЭЦ, чем КМЦ (рис. 1). Остальные компоненты, введенные индивидуально, незначительно повышают вязкость растворов ОЭЦ и КМЦ.

Сравнительные изменения вязкости растворов ОЭЦ и КМЦ и суммарное солевое влияние компонентов проявите-

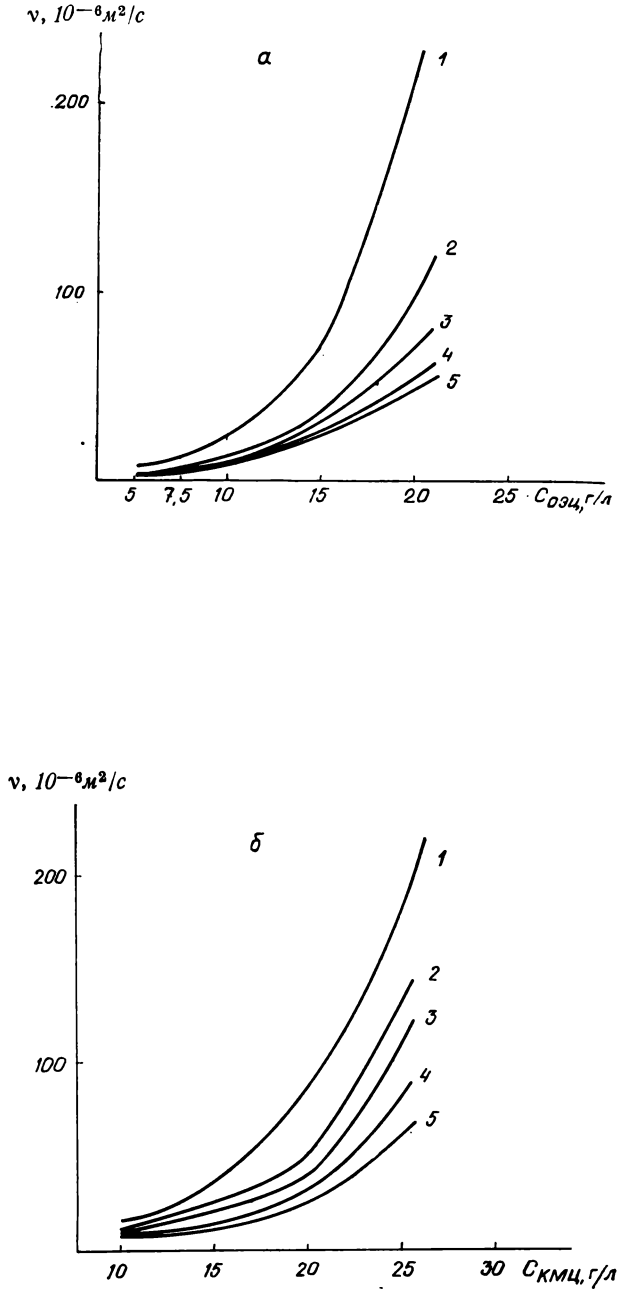


Рис. 1. Зависимость вязкости растворов ОЭЦ (а) и КМЦ (б) от концентраций ОЭЦ и КМЦ и едкого натра:
1 — растворы ОЭЦ и КМЦ; *2—5* — растворы с различной концентрацией едкого натра: *2* — 5 г/л; *3* — 10 г/л; *4* — 15 г/л; *5* — 20 г/л

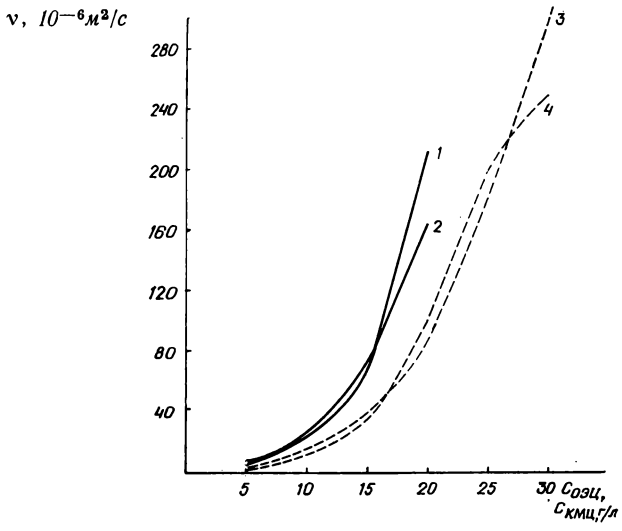


Рис. 2. Вязкость растворов ОЭЦ (———) и КМЦ (———) различной концентрации:
1, 3 — водные растворы; *2, 4* — проявляющие растворы

ля на вязкость в зависимости от концентрации ОЭЦ и КМЦ показаны на рис. 2. Из рисунка видно, что растворы ОЭЦ в исследуемом диапазоне концентраций при равных массовых концентрациях имеют вязкость в 2—2,5 раза бо́льшую, чем растворы КМЦ. Суммарное действие компонентов, входящих в рецептуру проявляющего раствора, неоднозначно и зависит от концентрации ОЭЦ и солей. При сравнении суммарного действия компонентов на вязкость растворов КМЦ и ОЭЦ выявлено существенное отличие при их концентрациях, превышающих 15 г/л. Оно выражается в том, что вязкость растворов КМЦ повышается (в этом случае преобладает суммарное действие компонентов, повышающих вязкость), а растворов ОЭЦ снижается (здесь преобладает действие едкого натра — см. рис. 1, увеличивающееся с увеличением концентрации ОЭЦ).

Возможность компенсировать изменение вязкости, вызванное действием компонентов проявляющего раствора, концентрацией ОЭЦ и аналогичная продолжительность растворения показали приемлемость ранее разработанной технологии приготовления проявляющего раствора с КМЦ [1] для проявляющих растворов с ОЭЦ.

Для сравнительной оценки влияния ОЭЦ на фотографические показатели проявляющие растворы с ОЭЦ и КМЦ готовили по единым рецептуре и технологии приготовления с применением методов контроля, рассмотренных в [1]. Содержание ОЭЦ определяли при достижении вязкости, близкой к вязкости проявляющего раствора с КМЦ. Обработку сенситограмм и сравнительную оценку фотографических показателей проводили согласно предложенной ранее методике [1].

При сравнении двух проявляющих растворов были получены близкие фотографические показатели. Аналогично проявляющим растворам с КМЦ [1] полное повторное восстановление серебра происходило при концентрации едкого натра 10 г/л (pH проявляющего раствора 11,6). Однако, как и для растворов с КМЦ, лучшую растворимость компонентов проявляющего раствора с ОЭЦ наблюдали при концентрации едкого натра 15 г/л (pH=12).

Проявляющие растворы с ОЭЦ имели более темную окраску, хуже смывались с кинопленок. В связи с этим исследовали влияние содержания ОЭЦ в проявляющем растворе на соотношение адгезионно-когезионных сил системы «проявляющий раствор — кинопленка» и сульфита натрия.

Для выбора оптимальной концентрации ОЭЦ, обеспечивающей калиброванное нанесение проявляющего раствора, требуемые фотографические показатели и полное удаление его при промывке, исследовали проявляющие

Таблица 1. Физико-химические и концентрационные показатели проявляющего раствора в зависимости от времени хранения

Концентрация, г/л			В день приготовления				Через сутки				Через 3 суток				Через 7 суток				Снижение концентрации гидрохинона, %
ОЭЦ	NaOH	Na_2SO_3	ν, 10^{-6} м²/с	pH	Концентрация гидрохинона, г/л	Цвет	ν, 10^{-6} м²/с	pH	Концентрация гидрохинона, г/л	Цвет	ν, 10^{-6} м²/с	pH	Концентрация гидрохинона, г/л	Цвет	ν, 10^{-6} м²/с	pH	Концентрация гидрохинона, г/л	Цвет	
		60	11,90	12,9	20	Светло-желтый	11,9	13,0	19,4	Светло-желтый	11,3	13,0	18,0	Светло-желтый	11,0	13,05	17,1	Коричневый	14,5
7,5	20	80	11,95	13,0	20,2	То же	11,9	13,0	19,8	То же	10,6	13,0	19,0	То же	11,0	12,90	17,6	Светло-коричневый	12,9
		100	11,99	13,05	20,3	»	11,9	13,05	20,1	»	11,9	13,05	20,0	»	11,9	13,15	19,7	Светло-желтый	3
		60	26	11,97	20,5	Светло-желтый	29	11,90	19,7	Светло-желтый	27	11,9	19,0	Светло-желтый	26	12,60	17,6	Коричневый	14,0
10	15	80	28	11,96	20,5	То же	29	11,93	20,1	То же	28	11,95	19,0	То же	27,5	11,90	18,3	Светло-коричневый	10,7
		100	30	12,00	20,6	»	30	11,95	20,5	»	27	11,90	20,4	»	27	11,90	20,3	Светло-желтый	1,45
		60	94	12,00	20,5	Светло-желтый	94	11,90	19,5	Светло-желтый	90	11,90	19,0	Светло-желтый	86	11,90	18,1	Коричневый	12
15	15	80	110	12,05	20,2	То же	110	11,90	20,0	То же	110	11,95	19,4	То же	111	11,90	18,7	Светло-коричневый	8,9
		100	114,5	12,05	20,1	»	114	11,90	20,0	»	114	11,90	20,0	»	113	11,90	19,8	Светло-желтый	1,5

растворы с концентрациями ОЭЦ в пределах 5—15 г/л. Равномерный калиброванный нанос проявляющего раствора на кинопленку при скорости ее транспортирования 2000 м/ч в лабораторных условиях с применением макета оборудования для нанесения вязкого проявляющего раствора получали, начиная с концентрации ОЭЦ 7,5 г/л. Однако при этом снижались фотографические показатели, что, вероятно, можно объяснить значительным уменьшением наноса проявляющего раствора и, соответственно, уменьшением приходящихся на единицу площади кинопленки концентраций компонентов проявляющего раствора. Увеличение в проявляющем растворе концентрации едкого натра до 20 г/л (pH=13) при концентрации ОЭЦ 7,5 г/л позволяет повысить фотографические показатели до требуемого уровня [5]. Увеличение концентрации едкого натра практически не снизило вязкость проявляющего раствора (см. рис. 1, 2). Проявляющий раствор наносился на кинопленку равномерно и хорошо смывался с нее.

В проявляющих растворах с концентрациями ОЭЦ 10 и 15 г/л при концентрации едкого натра 15 г/л компоненты хорошо растворяются, металлическое серебро повторно восстанавливается, однако, чтобы полностью удалить проявляющий раствор с кинопленки, необходимо дополнительное время.

Для выбора оптимальной концентрации сульфита натрия исследовали сохраняемость проявляющих растворов в зависимости от концентрации ОЭЦ (7,5—15 г/л), сульфита натрия (60—100 г/л), едкого натра (15—20 г/л) в течение семи суток (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что:

проявляющие растворы незначительно меняют физико-химические показатели в течение всего срока хранения в условиях ограниченного доступа воздуха и температуре 20±2 °С;

при концентрациях сульфита натрия 60 и 80 г/л хранение растворов до семи суток приводит к значительной потере гидрохинона, поэтому такие растворы можно использовать только в течение трех суток;

потери гидрохинона, уменьшаются при снижении щелочности и повышении вязкости проявляющих растворов с ОЭЦ;

наименьшее снижение концентрации гидрохинона наблюдается при концентрации сульфита натрия 100 г/л, в этом случае нет необходимости добавлять гидрохинон в течение всего срока хранения.

На основании проведенных исследований для производственного опробования были предложены рецептуры вязких проявляющих растворов с ОЭЦ, представленные в табл. 2.

Для указанных в табл. 2 проявляющих растворов характерны следующие параметры: 1-й раствор — $\nu=12\times10^{-6}$ м²/с, pH=13; 2-й раствор — $\nu=30\cdot10^{-6}$ м²/с; pH=12; 3-й раствор—$100\cdot10^{-6}$ м²/с, pH=12.

Таблица 2. Проявляющие растворы с различным содержанием ОЭЦ

Компоненты	Масса веществ в растворах, г		
	первом	втором	третьем
Оксиэтилцеллюлоза (ОЭЦ—30)	7,5	10	16
Едкий натр технический или едкий натр улучшенный	20	15	15
Сернистокислый натрий (сульфит натрия)	100	100	100
Фенидон	1	1	1
Гидрохинон	20	20	20
Роданистый калий или этилендиамин	30	30	30
	15	15	15
Вода, мл, до	1000	1000	1000

Таблица 3. Фотографические параметры, полученные при испытании проявляющего раствора с ОЭЦ в условиях производства

Предприятие	Проявляющий раствор	Фотографические параметры		
		$D_{сцв}$	$D_{цг}$	D_{Ag}
МКФ	Производственный с КМЦ ($\nu=120\cdot10^{-6}$ м²/с)	1,41	0,82	0,77
	Новый с ОЭЦ ($\nu=120\cdot10^{-6}$ м²/с)	1,44	0,85	0,75
ККФ	Производственный с КМЦ ($\nu=120\cdot10^{-6}$ м²/с)	1,50	0,93	0,79
	Новый с ОЭЦ ($\nu=120\cdot10^{-6}$ м²/с)	1,52	0,98	0,87
	Новый с ОЭЦ ($\nu=50\cdot10^{-6}$ м²/с)	1,46	0,95	0,85

Таблица 4. Состав проявляющего раствора, рекомендованного для производства

Компоненты	Масса веществ, г	
	Основной раствор	Допустимые отклонения
Оксиэтилцеллюлоза (ОЭЦ-30) до $\nu=(60—120)\cdot10^{-6}$ м²/с	14—19	—
Едкий натр технический	15	—
Сернистокислый натрий (сульфит натрия)	60—100*	
Фенидон	1	±0,1
Гидрохинон	20	±2
Роданистый калий или этилендиамин	30	—
	14—15	—
Вода, мл, до	1000	

* Содержание сульфита натрия зависит от срока хранения проявляющего раствора.

Рекомендации по использованию ОЭЦ в рецептуре вязкого черно-белого проявляющего раствора для повторной раздельной обработки фонограмм цветных позитивных кинопленок, разработанные на основании проведенных исследований, были опробованы в лабораторно-производственных условиях на Киевской (ККФ), Рязанской (РКФ) и Московской (МКФ) кинокопировальных фабриках.

Данные опробования показали, что проявляющие растворы с концентрацией сульфита натрия 60 и 100 г/л устойчивы и сохраняют физико-химические свойства постоянными в течение четырех суток наблюдения.

При испытании проявляющих растворов с вязкостью $50\cdot10^{-6}$ и $120\cdot10^{-6}$ м²/с достигалось хорошее качество наноса вязкого проявляющего раствора и промывки после раздельной обработки.

Полученные фотографические показатели (табл. 3) соответствовали требуемым [5]. (Эффективные плотности были измерены согласно РТМ 19-17—72). Прослушивание фильмокопий с экрана показало хорошее качество звучания.

При оценке звукометрических параметров[1] для проявляющих растворов с ОЭЦ отмечено их улучшение. Следует указать на то, что снижение вязкости проявляющего раствора до $50 \cdot 10^{-6}$ м²/с при существующей конструкции приставки для раздельной обработки фонограмм повысило натяжение кинопленки, создающее опасность возникновения обрыва, поэтому проявляющий раствор с вязкостью $30 \cdot 10^{-6}$ м²/с не испытывали.

На основании положительных результатов опробования в лабораторно-производственных условиях ККФ, РКФ и МКФ и с учетом результатов исследований на сохраняемость для производственного применения рекомендован к использованию проявляющий раствор с ОЭЦ рецептуры, приведенной в табл. 4 (pH $=12 \pm 0{,}1$).

Выводы

1. Разработаны рецептуры черно-белого проявляющего раствора с оксиэтилцеллюлозой (ОЭЦ), для повторного проявления фонограммы на цветных позитивных кинопленках.

2. Показана возможность применения проявляющих растворов с ОЭЦ с более низкой вязкостью по сравнению с растворами с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ).

3. Проявляющие растворы с ОЭЦ, в отличие от растворов с КМЦ, однородны, прозрачны, устойчивы, по физико-химическим показателям в течение длительного срока хранения. Они не требуют отстаивания, дополнительного перемешивания и тщательной фильтрации, что снижает трудоемкость приготовления и повышает качество фотографических фонограмм за счет уменьшения числа дефектов, возникающих при нанесении вязкого проявляющего раствора на фонограммную дорожку.

4. В отличие от проявляющих растворов с КМЦ растворы с ОЭЦ обладают повышенной окисляемостью и требуют при длительном хранении увеличения концентрации сульфита натрия до 100 г/л или добавления гидрохинона до заданной концентрации при концентрации сульфита натрия 60 г/л.

[1] Звукометрические параметры измерены в лаборатории фотофонограмм НИКФИ О. В. Петрик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величко Г. В., Зуева Р. С. Совершенствование технологии раздельной обработки фонограмм цветных фильмокопий. — Техника кино и телевидения, 1980, № 11, с. 17—24.
2. Отраслевой руководящий технический материал «Кинопленка цветная позитивная ЦП-8Р». Технологический регламент химико-фотографической обработки. РТМ 19—42—74.
3. Красный-Адмоний Л. В., Гафт С. И. Современное состояние черно-белого одноступенного фотографического процесса. — ЖНиПФиК, 1976, 21, № 4, с. 299—316.
4. Keiler I. A. Die Pastenenwicklung von Kinefilm. — Bild und Ton, 1968, 3, S. 72—76.
5. Отраслевой руководящий материал «Кинофильм 35- и 16-мм. Технологический регламент компенсационного метода записи негативов, фотографической обработки, печати позитивов и контроль качества фотографических фонограмм». РТМ 19—17—72.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

□ □ □

Издательство «Искусство» предлагает вниманию читателей следующие книги, распространяемые по подписке:

Косолапов А. И. **Физические методы изучения произведений искусства.** — 12 л., ил. —1 р. 10 к.

Книга обобщает опыт работы автора в физической лаборатории Государственного Эрмитажа.

В ней описываются физические неразрушающие методы исследования произведений искусства в инфракрасной и рентгеновской областях спектра, дается ряд методических рекомендаций по выбору оптимальных условий и аппаратуры для изучения и специального фотографирования картин. Рассматриваются способы рентгеновской эмиссиографии, нейтронной радиографии и авторадиографии с целью применения в музейной экспертизе.

Книга иллюстрирована.

Для специалистов в области научно-технической экспертизы художественных произведений, научной и прикладной фотографии.

Валюс Н. А. **Стереоскопия в кино, фотографии и телевидении.** — 20 л., ил. —В пер.: 2 р. 20 к.

Книга посвящена вопросам стереоскопической записи и воспроизведения трехмерного изображения. Излагаются основы теории бинокулярного стереоэффекта и законы построения стереомодели. Описывается методика и аппаратура стереофотокиносъемки. Обсуждаются перспективы реализации трехмерных изображений в фотографии, кино и телевидении.

Книга иллюстрирована чертежами и графиками.

Для специалистов — работников кино и ТВ, а также читателей, интересующихся искусством фотографии.

Подписка на эти книги, намеченные к выпуску в 1985 году, будет проводиться до 31 декабря 1984 года магазинами и отделами подписных изданий, специализированными магазинами по разделам литературы и магазинами — опорными пунктами издательства.

Покупатели при оформлении подписки оплачивают стоимость книги полностью. Подписка оформляется квитанцией. О поступлении изданий в магазин покупатель извещается почтовой открыткой, оставленной им при оформлении подписки.

УДК 621.397.61:681.772.7]:621.397.132]:681.325.5—181.4

Микропроцессорная система для автоматической настройки камер ЦТ

Б. Н. Бычков, В. А. Дамбит, Н. А. Калинин,
Н. Н. Кузнецов, Б. А. Ромашов, Б. С. Тимофеев

Современные передающие камеры цветного ТВ НК-357, НК-322, НК-381 фирмы Ikegami Япония, BCC-220 и BCC-221 США, TTV-1525 фирмы Thomson CSF Франция, содержат встроенные микропроцессорные системы, предназначенные для автоматической оптимизации параметров и коррекции искажений [1—3]. Подобные системы позволяют повысить качество ТВ изображения за счет более точной и объективной настройки камеры как перед началом, так и в кратких перерывах передачи, введения прецизионных систем автоматической коррекции геометрических, яркостных и апертурных искажений. В результате достигнуты рекордные показатели по точности совмещения растров цветоделенных изображений — погрешность совмещения менее 0,05% высоты растра по полю кадра, значительно снизились яркостные (цветовые) искажения, особенно на краях растра. Камеры стали значительно удобнее в эксплуатации: время на настройку камеры сократилось до нескольких десятков секунд, уменьшилась зависимость качества настройки от квалификации обслуживающего персонала. Ниже приведены результаты разработки отечественной микропроцессорной системы для автоматической настройки камер цветного ТВ.

Принципы построения системы

В основу построения системы положен принцип объективной оценки качества преобразования свет—сигнал при передаче двух или трех сигналов градационного ахроматического теста, сравниваемых с соответствующим эталонным сигналом, источник которого — специальный генератор. В случае оптимальной настройки сигналы цветоделенных каналов $u_q(t)$, где $q \in Q = \{W, R, B\}$, минимально отличаются от сигнала эталонного генератора $u_э(t)$ и друг от друга. При этом минимизируется следующий функционал:

$$K = \int_0^T L\{|u_э(t) - u_q(t)|\}\,\omega(t)\,W(t)\,dt = \min, \quad (1)$$

где T — время ТВ кадра; L — оператор, реализующий нелинейные полементные преобразования выпрямленного разностного сигнала $\Delta u = |u_э(t) - u_q(t)|$; $\omega(t)$ — первая весовая функция; $W(t)$ — вторая весовая функция. Выражение (1) является математическим определением критерия верности воспроизведения K. Введение оператора L позволяет выровнять чувствительность обобщенного критерия K к яркостным и геометрическим искажениям. Разностные сигналы Δu, вызванные яркостными искажениями порядка единиц процентов, весьма малы по амплитуде. Воздействие выпуклой функции L, имеющей вид $L = \log \Delta u$ или $L = \Delta u^r$, где $r < 1$, позволяет повысить чувствительность по критерию K к яркостным искажениям. Весовая функция $\omega(t)$ дает возможность отдать предпочтение тому или иному участку кадра при настройке, а $W(t)$ обеспечивает согласованную фильтрацию. Весовые функции $\omega(t)$ и $W(t)$ находятся в соответствии с выбранной системой базисных функций для формирования сигналов корректирующих искажения в ТВ системе. Критерий K применяется последовательно при сравнении каждого из сигналов цветоделенных каналов с эталонным сигналом или сигналов каналов R и B с сигналом канала W.

Искажения, вносимые ТВ камерой в процессе преобразования свет — сигнал, обычно сложным образом распределены по площади кадра. Для их компенсации формируются двумерные, т. е. зависящие от координат x и y корректирующие сигналы (поверхности) $R(x, y)$, которые вводятся аддитивно и мультипликативно в видеосигнал, в устройства развертки и фокусировки. При формировании корректирующих сигналов используется их разложение в ряд по какой-либо системе базисных функций $\varphi_k(x)$, $\varphi_l(y)$:

$$R(x, y) = \sum_{k=0}^{m} \sum_{l=0}^{m-k} \alpha_{kl} \varphi_k(x)\,\varphi_l(y), \quad (2)$$

где m — размерность базиса; α_{kl} — коэффициенты разложения, соответствующие регулируемым параметрам. В качестве базисных можно пользоваться отсчетными, гармоническими, степенными, импульсными и другими функциями. Выбор оптимальной системы базисных функций следует основывать на удобстве определения коэффициентов разложения, минимальной размерности базиса m при заданной точности коррекции искажений, простоте генерирования сигналов, соответствующих базисным функциям. Целесообразно пользоваться ортонормированным базисом, так как в этом случае коэффициенты α_{kl} ищутся отдельно и не влияют друг на друга [4]. В разработанной аппаратуре корректирующие сигналы формируются из ортонормированных по площади кадра полиномов Лежандра $Q_k(x)$ и $Q_l(y)$. Порядок аппроксимирующего полинома m принят равным трем. Полиномы

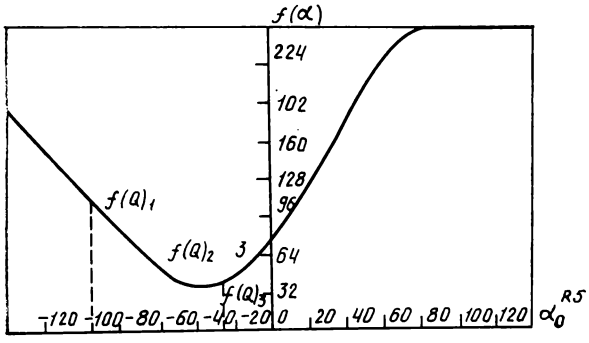


Рис. 1. График зависимости целевой функции f ($\bar{\alpha}$) от регулируемого параметра α_0^{R5} (центровка по горизонтали в канале R)

Лежандра построены в предположении $\omega(t)=1$, что определяет одинаковую чувствительность к ошибкам по всему полю кадра. Если выдержана высокая точность компенсации искажений, то подход наиболее разумный. Для формирования соответствующих полиномам Лежандра сигналов используют постоянное запоминающее устройство с адресной системой, позволяющей воспроизводить сигналы $Q_k(x)$ и $Q_l(y)$ в масштабах времени телевизионных разверток по строкам и кадрам соответственно.

Минимизирующие функционал (1) коэффициенты α_{kl} определяются итерационным методом с помощью программы численной оптимизации, ее результатом являются векторы $\bar{\alpha}^{qj}=(\alpha_0, \alpha_1, \dots \alpha_p)^T$, причем для $m=3$, $p=10$, а индекс j означает номер корректирующей поверхности.

Для полной автоматической настройки трехтрубочной камеры цветного ТВ требуется сформировать 18 корректирующих сигналов (поверхностей). Перечислим эти поверхности и соответствующие им векторы параметров $\bar{\alpha}^{qj}$ на примере канала W: $\bar{\alpha}^{w1}$ — корректирующая поверхность для устранения несоответствий уровня черного стандартному уровню (уровень черного); $\bar{\alpha}^{w2}$ — уровень белого; $\bar{\alpha}^{w3}$ — уровень серого (достигается автоматической регулировкой коэффициента γ по полю изображения); $\bar{\alpha}^{w4}$ — корректирующая поверхность для устранения геометрических искажений по вертикали (геометрия y); $\bar{\alpha}^{w5}$ — геометрия x; $\bar{\alpha}^{w6}$ — динамическая фокусировка. Если пристыковать векторы $\bar{\alpha}^{wj}$ друг к другу, получим вектор $\bar{\alpha}^{w}$, составленный из регулируемых в канале W параметров. Аналогичные векторы $\bar{\alpha}^{R}$ и $\bar{\alpha}^{B}$ имеют место и для каналов R и B. Параметры, регулируемые во всех трех каналах, составляют вектор $\bar{\alpha}$, причем его размерность $n=180$. Кроме того, необходимо выполнить ряд одиночных скалярных аналоговых регулировок: диафрагма объектива, уровень черного общий, ряд коэффициентов усиления в блоках камерного канала, токи лучей передающих трубок, а также коммутационные регулировки типа включено — выключено: заслонка объектива, фокусировка объектива, включение диапроектора и т. д.

Функциональная зависимость обобщенного показателя качества от регулируемых параметров режима называется целевой функцией $K=f(\bar{\alpha})$, $\bar{\alpha}\in R^n$.

Если настройка камеры возможна, то имеется такой вектор $\hat{\bar{\alpha}}$ в пространстве R^n (или сочетание значений регулируемых параметров $\hat{\alpha}_1 \dots \hat{\alpha}_n$), который обеспечивает минимальный показатель. В практике оптимизации целевые функции представлены в виде поверхностей (линий в двумерном случае) равных значений последних. Вид таких поверхностей позволяет судить о скорости сходимости методов поиска экстремума целевой функции, обоснованно выбирать тот или иной метод. Для получения численных зависимостей целевой функции от различных параметров режима была разработана специализированная аппаратура и программное обеспечение, позволяющие автоматически получать графики одномерных зависимостей целевой функции от любого по выбору параметра режима, а также линий равных целевых функций при варьировании двух параметров, причем остальные параметры сохраняются фиксированными. На рис. 1 и 2 показаны экспериментальные зависимости. Анализ кривых такого типа позволяет сделать следую-

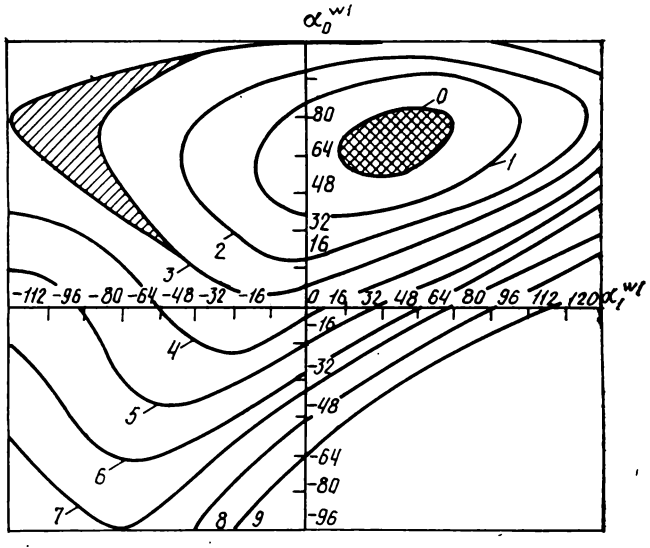


Рис. 2. Линии равных значений целевой функции f ($\bar{\alpha}$) для варьируемых параметров α_0^{W1} (уровень черного) и α_0^{W1} (пилообразный шейдинг сигнал с частотой кадров: кривая с индексом {0} соответствует значению целевой функции f ($\bar{\alpha}$) =106; {1} — f ($\bar{\alpha}$) =115; {2} — f ($\bar{\alpha}$) =124; {3} — f ($\bar{\alpha}$) =133; {4} — f ($\bar{\alpha}$)=142; {5} — f ($\bar{\alpha}$) =151; {6} — f ($\bar{\alpha}$) =160; {7} — f ($\bar{\alpha}$) =169; {8} — f ($\bar{\alpha}$) =178; {9} — f ($\bar{\alpha}$)= 187 (Шаг по осям координат — 4 отн. ед.)

щие основные выводы. Заданная численно на выходе реализующего функционал (1) анализатора целевая функция является мультимодальной, т. е. существуют и локальные минимумы. Причиной появления локальных экстремумов при настройке параметров, влияющих на геометрические искажения, может служить пространственная периодичность используемых тест-объектов, вторичные пики в графике функций взаимной корреляции сигналов цветоделенных каналов и др. Вблизи экстремума целевая функция вполне удовлетворительно аппроксимируется квадратичной формой $f(\bar{\alpha})=<\bar{\alpha}, B\bar{\alpha}>+\bar{a}^T\bar{\alpha}+C$, где $\bar{\alpha}$, $\bar{a}$ — векторы $\bar{\alpha}$, $\bar{a}\in R^n$; C — скаляр; B — симметричная матрица. Коэффициент обусловленности cond B матрицы B близок к единице, причем главные оси многомерного эллипсоида $f(\bar{\alpha})$ слабо наклонены по отношению к осям координат, что достигнуто выбором ортонормированного базиса для формирования корректирующих сигналов и соответствующим масштабированием [4]. Однако в непосредственной близости к экстремуму могут наблюдаться уплощенные участки. Анализ влияния отношения сигнал/шум на разброс показаний датчика численных значений целевой функции (анализатора) показывает, что при типичных для камер цветного ТВ величинах 40—50 дБ и работе по тесту максимальное отклонение показаний не превышает 2 единиц из 256 возможных.

Интегрирование функционала (1) выполняется по интервалу кадра, поэтому достоверные значения целевой функции могут быть получены, когда с момента изменения какого-либо из регулируемых параметров прошло целое число кадров, при этом отсчеты берутся в интервале кадрового гасящего импульса. Критерием быстродействия системы автоматической настройки является число обращений к анализатору, так как быстродействие микро-ЭВМ значительно выше. Поэтому следует предпочесть те методы поиска экстремума, где число обращений к датчику целевой функции минимально. Необходима синхронизация работы датчика и микро-ЭВМ, регулируемые параметры целесообразно изменять в интервалах кадровых гасящих импульсов. Можно увеличить частоту обращений к датчику целевой функции до 50 Гц, если принять, что в каждом ТВ поле передается одно и то же изображение. Это допущение справедливо при коррекции яркостных искажений, когда малые смещения растра не вызывают сколько-нибудь существенных изменений видеосигнала от равномерно освещенных белых или затененных полей. Можно полагать, что это допустимо и при коррекции геометрических искажений, когда производится грубая настройка — выявляются зоны расположения экстремума. Однако при точной настройке необходима информация о полном кадре.

На основе приведенных выше соображений были приняты следующие исходные данные для алгоритма поиска экстремума целевой функции.

При установочных операциях грубой настройки необходимо просматривать всю область определения целевой функции по каждому из регулируемых параметров, чтобы выявить зоны расположения глобального минимума, причем поиск можно ускорить, используя отсчеты целевой функции, взятые в каждом последующем поле телевизионной развертки.

Особенности работы анализатора и высокое быстродействие микро-ЭВМ на базе микропроцессорного набора 580 серии заставляют использовать такие методы поиска экстремума, которые требуют минимального числа обращений к датчику целевой функции. В то же время допустимы относительно сложные расчеты в течение времени прямого хода по кадру.

Зафиксированные в ходе экспериментов относительно широкие зоны нечувствительности датчика вблизи экстремума требуют методов поиска экстремума, обладающих хорошей интерполирующей способностью, так как следует определить центр тяжести таких зон.

Мешающие воздействия при работе по тесту весьма малы и не ограничивают выбор алгоритма поиска экстремума.

Задача автоматической настройки ТВ камеры по одному показателю качества K формулируется как поиск минимума целевой функции n переменных составляющих вектор $\bar{\alpha}$ $f(\bar{\alpha})=\min$ при наличии ограничений на параметры $\omega_j(\bar{\alpha})\geqslant 0$, которые могут быть раскрыты как $-127\leqslant\bar{\alpha}_j\leqslant 127$, $0\leqslant j\leqslant n$, так как предполагается, что с достаточной для практики точностью параметры могут быть представлены 8-разрядными кодами. Задача условной оптимизации обычно решается методами безусловной оптимизации, чаще всего методом «штрафных функций» [6]. Возможен другой подход, при котором в случаях, когда ограничения становятся активными, выходящие за пределы допустимой области компоненты вектора направления поиска $\bar{\alpha}$ принимаются равными нулю, и движение происходит вдоль границы. В описываемой аппаратуре дополнительно предусмотрены сигнализация и возможность перехода на ручное управление по тем параметрам, где ограничения стали активными.

Линейный поиск ведется на векторе конечной длины. В процессе автоматической настройки камеры цветного ТВ требуется получить последовательность векторов $\bar{\alpha}^0$, $\bar{\alpha}^1$, $\bar{\alpha}^2$, ... $\bar{\alpha}^l$, $\bar{\alpha}^l\in R^n$, таких, что $f(\bar{\alpha}^0)>f(\bar{\alpha}^1)>f(\bar{\alpha}^2)>\ldots>f(\bar{\alpha}^i)$, причем $\bar{\alpha}^{i+1}=\bar{\alpha}^i+t_i\bar{d}^i$, $i=0, 1, 2, \ldots$, где t_i — положительный скаляр, определяющий шаг в выбранном направлении $\bar{d}^i$. Направление $\bar{d}^i$ называется приемлемым, если выполняется условие $<\Delta f(\bar{\alpha}^i), \bar{d}^i><0$, где $\Delta f(\bar{\alpha}^i)$ — вектор-градиент, составлен-

ный из первых частных производных функции $f(\bar{\alpha})$ по всем координатным осям в точке $\bar{\alpha}^i \cdot x$. Это неравенство геометрически означает, что направление поиска всегда в определенной мере противоположно вектору-градиенту, который ортогонален поверхности равных значений функции $f(\bar{\alpha})=\text{const}$ в точке $\bar{\alpha}^i$ и показывает направление наибыстрейшего роста функции $f(\bar{\alpha})$. Важное значение в практике оптимизации имеет составленная из вторых частных производных функции $f(\bar{\alpha})$ матрица Гессе $H(\bar{\alpha})$.

Известны три группы методов поиска экстремума функции $f(\bar{\alpha})$: прямые методы, в которых используются только значения функции $f(\bar{\alpha})$; градиентные методы, использующие также первые производные $f(\bar{\alpha})$, составляющие вектор-градиент; методы, требующие дополнительно знания входящих в матрицу Гессе вторых частных производных $f(\bar{\alpha})$. При выборе метода следует учитывать, что в нашем случае целевая функция задана численно, и значения первых и вторых производных могут быть получены только методом конечных разностей. На набор вектора-градиента надо затратить n, а матрицы Гессе — n^2 обращений к датчику целевой функции. При размерности пространства $n=180$ это равно 7,2 с и 21,6 мин соответственно. В силу того, что вблизи от экстремума целевая функция может быть вырожденной, а вдали — отличной от квадратичной, найденное на первом шаге направление поиска обычно уточняется на последующих шагах, и вектор-градиент или матрицу Гессе необходимо вычислять заново или уточнять. Операция обращения матрицы Гессе большой размерности трудно реализуется на микро-ЭВМ. По этим причинам методы второй и третьей групп были исключены из рассмотрения. Предпочтение было отдано прямому методу покоординатного спуска. Интервал, внутри которого располагается глобальный экстремум минимум, находится перебором значений целевой функции в девяти точках в пределах $\alpha_{\text{мин}}=-127$ до $\alpha_{\text{макс}}=127$ через 32 дискрета. Затем регулировочная кривая полиноминально аппроксимируется по трем точкам — точке, где отсчет целевой функции минимален, и двух ее окружающих.

Сущность алгоритма поясняется с помощью рис. 1, где показаны регулировочная кривая и расчетные точки последовательных приближений к точке экстремума. В результате выполнения процедуры сужения интервала вырабатываются три точки a_1, a_2 и a_3, причем внутри отрезка a_1a_3 находится минимум. Далее получаются значения целевой функции в этих точках $f(a)$, $f(b)$ и $f(c)$. Вблизи экстремума регулировочная кривая может быть аппроксимирована степенным полиномом [6] $f(\alpha)=\rho_0+\rho_1\alpha+\rho_2\alpha^2+\ldots$, где ρ_0, ρ_1 и ρ_2 определяются как корни системы уравнений $f(a_i)=\rho_0+\rho_1a_i+\rho_2a_i^2$, $i=1, 2, 3$, которые легко вычисляются по формулам Крамера: $\rho_{k-1}=\Delta_k/\Delta$, $k=1, 2, 3$, где Δ — определитель системы уравнений; Δ_k — определитель матрицы, составленной из коэффициентов системы, в которой k-ый столбец заменен на столбец $f(a_i)$ — левую часть системы уравнений. Если решить уравнение: $df(\alpha)/d\alpha=0$, то определим оптимальное значение $\alpha=-\rho_1/2\rho_2$. Воспользовавшись решениями для ρ_{k-1}, получим следующую расчетную формулу для $\hat{\alpha}$:

$$\hat{\alpha}=0{,}5\,\Sigma\, f(a_1)\left(a_2^2-a_3^2\right)/f(a_1)(a_2-a_3),$$

где суммирование ведется по циклическим перестановкам индексов 1, 2, 3. Для удобства программирования на микро-ЭВМ эту формулу целесообразно упростить, с тем чтобы при вычислениях не выходить за пределы двухбайтных чисел, которые получаются при каждом умножении. Для предложенного метода сужения интервала справедливы следующие равенства: $a_1=a_2-t$, $a_3=a_2+t$; $t=32$, что позволяет существенно упростить решение

$$\alpha=a_2-(t/2)[f(a_3)-f(a_1)]/[f(a_1)-2f(a_2)+f(a_3)].$$

Это выражение относительно легко программируется на микро-ЭВМ, так как в нем используется не более одного умножения или деления подряд. Локальные минимумы на направлениях поиска необходимо определять весьма точно, поэтому после относительно грубого расчета местоположения точки оптимума используется уточнение, в ходе которого найденную точку $\hat{\alpha}$ принимаем за a_2, а значения координат a_1 и a_3 находим по параметру t. Далее датчик целевой функции дает значения $f(a_k)$. Затем рассчитывается уточненная величина $\hat{\alpha}$. Как отмечалось, грубый просмотр области определения целевой функции выполняется с частотой обращения к датчику целевой функции 50 Гц, частота обращений при уточнении совпадает с частотой кадра—25 Гц. Поэтому поиск минимума по лучу требует 12 полей или 0,25 с. Если настройка ТВ камеры начинается с ранее достигнутых параметров регулирования, просмотра всей области определения функции может и не потребоваться, а точка оптимума по лучу будет найдена за время, соответствующее трем обращениям к датчику целевой функции — 0,12 с. В реальных условиях время поиска удлиняется за счет необходимости выполнить критерий останова (или перехода к следующему параметру, поверхности, камере). За критерий останова в разработанной аппаратуре принято следующее правило: если целевая функция уменьшается за следующий цикл определения $\hat{\alpha}$, то поиск продолжается, если нет, то стоп (или переход). Для проверки критерия останова затрачивается не менее $3n$ обращений к датчику.

Описание системы автоматической настройки

На рис. 3 показана структурная схема микропроцессорной системы автоматической настройки

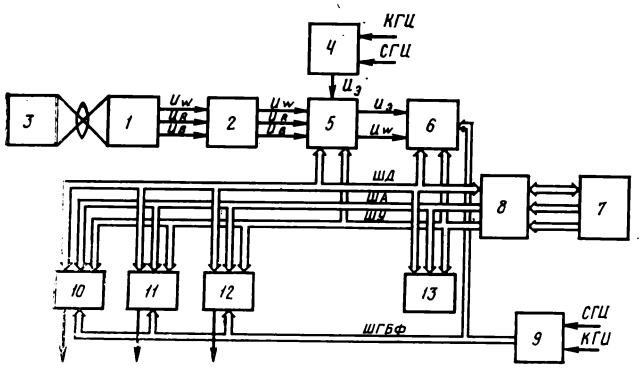


Рис. 3. Структурная схема микропроцессорной системы автоматической настройки камер и камерных каналов цветного ТВ:

ШД — шина данных; ША — шина адреса; ШУ — шина управления; ШГБФ — шина ГБФ; СГИ и КГИ — строчные и кадровые гасящие импульсы соответственно

камер и камерных каналов цветного ТВ. В состав системы входят ТВ камера *1* и камерный канал *2*, на выходе которых имеют место сигналы u_w, u_R и u_B. Оптический тест *3* должен обеспечить все виды регулировок в камере и камерном канале. Для выполнения балансов черного, белого и серого с одинаковой точностью должно быть выделено по трети площади теста для черных, белых и серых деталей, среди которых должны встречаться относительно крупные детали, с тем чтобы снизить влияние апертурных и геометрических искажений на этот вид регулировок. Выявить геометрические искажения в канале W, совместить растры цветоделенных каналов, а также достичь наилучшей фокусировки по полю изображения позволяет тест, содержащий равномерно распределенные по полю кадра резкие яркостные переходы (мелкие детали). Поскольку в системе используется по сути дела корреляционный метод, необходимо, чтобы главный пик взаимно-корреляционной функции совмещаемых изображений заметно превышал остальные. Всем поставленным требованиям удовлетворяет оптическое изображение, соответствующее сигналу в виде псевдослучайной последовательности с тремя или более уровнями. На рис. 4 показана фотография оптического теста с двумя уровнями яркости, позволяющего выполнить все виды регулировок, кроме установки коэффициента γ. Генератор эталонного сигнала *4* обеспечивает на своем выходе сигнал псевдослучайной последовательности, соответствующий оптическому тесту. Программно-управляемый коммутатор *5* формирует из четырех поступающих на его вход сигналов $u_э$, u_w, u_R и u_B следующие совокупности $\{u_э, u_w\}$, $\{u_w, u_R\}$ и $\{u_w, u_B\}$. В анализаторе *6* сравниваемые сигналы вычитаются, разностный сигнал подвергается нелинейному преобразованию, затем вычисляется модуль этого сигнала, полученный сигнал перемножается с весовой функцией $W(t)$ и интегрируется в пределах времени кадра. Анализатор аппаратно реализует целевой функционал (1). С помощью АЦП значение целевой функции преобразуется в 8-разрядный код, который подается на шину данных в моменты времени, определяемые поступающими по шине управления сигналами [7, 8]. Значение целевой функции читается микро-ЭВМ *7* с помощью интерфейса *8* и используется в ходе итеративного процесса поиска оптимума настройки. Генератор базисных функций (ГБФ) *9* представляет собой постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), в котором зашиты коды, соответствующие отсчетам полиномов Лежандра. На выходной 20-проводной шине ГБФ образуются синхронные со строчной и кадровой развертками аналоговые сигналы вида $Q_k(x)$ и $Q_l(y)$ положительной и отрицательной полярности. Выходные устройства *10*, *11* и *12* разбиты на три группы. Первая группа выходных устройств состоит из формирователей корректирующих сигналов, построенных по одинаковым схемам. Устройства *10* выполняют операции перемножения сигналов $Q_k(x)$. $Q_l(y)$ и найденных в процессе поиска экстремума минимума функционала (1) коэффициентов α_{kl}, а также суммирования взвешенных сигналов в соответствии с выражением (2). Устройства *11* обеспечивают перемножение коэффициентов α_{00} на постоянные напряжения и формируют аналоговые управляющие сигналы. Устройства *12* выдают сигналы коммутации в соответствии с полученными от микро-ЭВМ командами. Сформированные выходными устройствами сигналы подаются в соответствующие блоки камеры и камерного канала. Пульт управления *13* обеспечивает взаимодействие оператора с системой автоматической настройки.

Процесс автоматической настройки удобно представить в виде графа на рис. 5. Работа системы начинается с инициализации программы, в ходе которой устанавливаются необходимые константы' заполняются определенные ячейки памяти ОЗУ и обеспечивается начальное состояние индикации

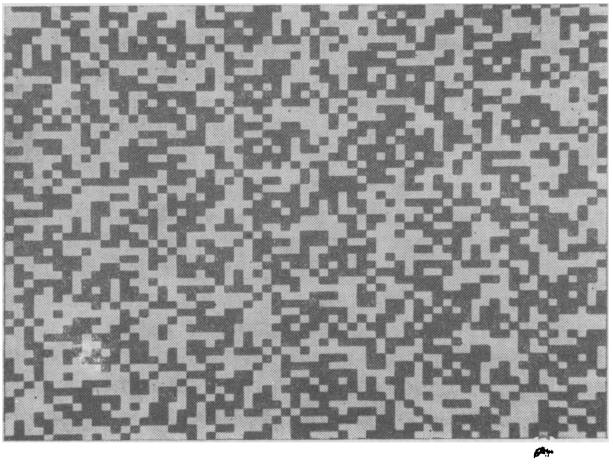


Рис. 4. Фотография двухградационного оптического теста

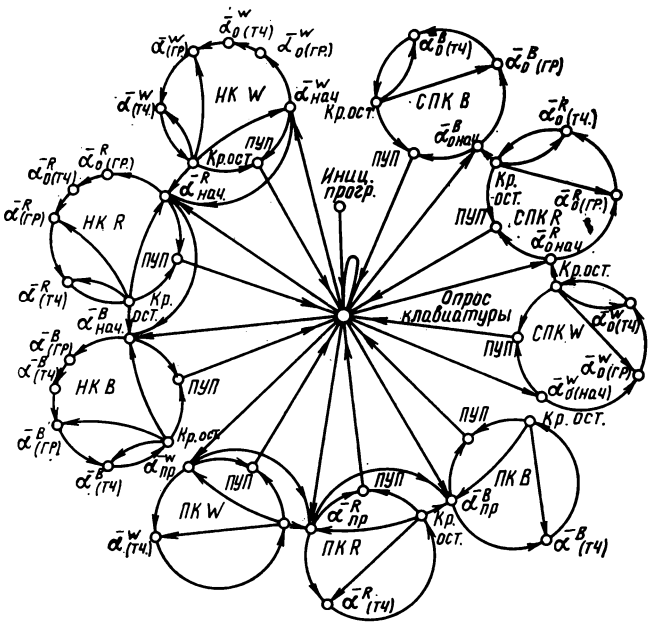


Рис. 5. Граф процесса настройки камеры и камерного канала цветного телевидения:
НК W, НК R, НК B — настройка каналов W, R, B; ПК W, ПК R, ПК B — подстройка каналов W, R, B; СПК W, СПК R, СПК B — сокращенная подстройка каналов W, R, B

на пульте управления. Далее оператор устанавливает на пульте режим настройки. Различаются три режима работы системы автоматической настройки: «общая настройка», «подстройка» и «сокращенная настройка». В режиме «общая настройка» производится поиск оптимальных значений всех или части (по выбору оператора) регулируемых параметров во всем диапазоне их возможных изменений. В режиме «подстройка» работа начинается со старого вектора параметров $\alpha_{пр}$, полученного во время предыдущей настройки. Поиск ведется в сравнительно узких областях вблизи значений регулируемых параметров, составляющих вектор $\alpha_{пр}$. В режиме «сокращенная настройка» регулируются только параметры с нулевыми индексами, входящие в состав вектора α_0 — центровки по горизонтали и вертикали, уровни черного и белого, постоянные значения коэффициентов γ и токов фокусировок. Режим «общая настройка» — наиболее полный, а остальные режимы получаются путем обхода отдельных блоков программы. Оператор может набрать на пульте управления номера камер и каналов, которые должны обслуживаться в ходе настройки. Если номера не набраны, система настраивает все каналы первой и последующих камер поочередно, согласно графу на рис. 5. После предварительного набора оператор нажимает кнопку «ВК» (выполнение команд) и настройка начинается с начального значения вектора параметров $\alpha_{нач}$. Для примера рассмотрим последовательность настройки канала W. Программно управляемый коммутатор устанавливается в положение, когда на вход анализатора подается совокупность сигналов $\{u_з, u_w\}$. Оператор имеет возможность с помощью кнопки «Сброс» на пульте установить все выходные устройства в нулевое состояние, когда $\alpha_{нач}=0$. Если система уже включалась, настройка может начинаться с вектора параметров $\alpha_{пр}$, достигнутого при предыдущей настройке. Для этого запись на участке памяти, куда внесен вектор $\alpha_{пр}$, не уничтожается при выключении аппаратуры. В графе настройки можно выделить операции грубой и точной настройки вектора $\bar{\alpha}_0^w$. Затем производится грубая и точная настройка вектора $\bar{\alpha}^w$, состоящего из всех регулируемых в канале W параметров. Грубая настройка включает в себя просмотр всей области возможных изменений регулируемых параметров для поиска глобального экстремума минимума целевого функционала (1). При шаге сетки в 32 дискрета вероятность пропуска глобального минимума весьма мала. Точная настройка производится в пределах зоны ± 32 дискрета по каждому из регулируемых параметров. Если критерий останова не достигается в течение ряда итераций точной настройки, переходим к грубой настройке. Если это не помогает, производится отказ от настройки путем установки начального значения вектора параметров. После выполнения критерия останова или отказа от настройки управление передается пульту (ПУП) или переходят к настройке следующего канала, в зависимости от предварительного набора состояния пульта. Процессы настройки каналов R и B аналогичны вышеизложенному с той лишь разницей, что на вход анализатора теперь подаются совокупности сигналов $\{u_w, u_R\}$ или $\{u_w, u_B\}$. В режиме «подстройка» исключаются операции грубой настройки векторов $\bar{\alpha}_0$ и $\bar{\alpha}$. В режиме «сокращенная настройка» выполняются только операции грубой и точной настройки вектора α_0. По желанию оператора можно настраивать по любой набранной на пульте управления корректирующей поверхности. В режиме «общая настройка» установлено следующее отношение порядка для векторов $\bar{\alpha}^{qj}$, соответствующих корректирующим поверхностям: $\bar{\alpha}^{q1}<\bar{\alpha}^{q2}<\bar{\alpha}^{q3}<\bar{\alpha}^{q4}<\bar{\alpha}^{q5}<\bar{\alpha}^{q6}$. Выбранное отношение порядка обеспечивает минимальное число замкнутых циклов в графе настройки и, следовательно, максимальное быстродействие системы.

Качественные показатели системы

К числу важнейших качественных показателей системы автоматической настройки камер и камерных каналов цветного ТВ относятся точность и быстродействие. Под точностью настройки понимается величина, обратная остаточным погрешностям. Быстродействие системы тем выше, чем меньше времени затрачено на настройку. При оценке

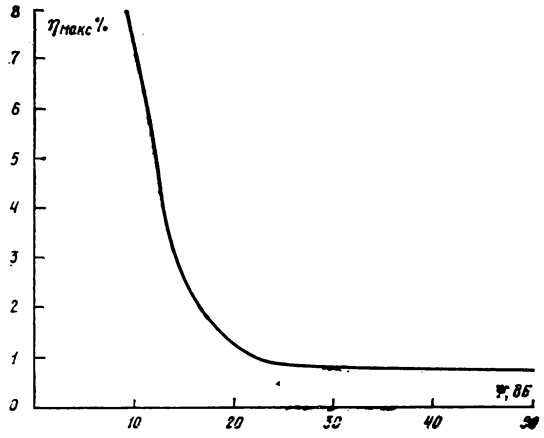


Рис. 6. График зависимости точности коррекции неравномерности сигнала $\eta_{макс}$ от соотношения сигнал/шум в канале φ

точности необходимо учитывать возможности, предоставляемые исследователю ТВ камерами, совместно с которыми испытывается система, а именно КТ-116 и КТ-132. Импульсные строчные развертки этих ТВ передающих камер не позволяют сохранить форму корректирующих сигналов при вводе, а схемы кадровых разверток не приспособлены для введения строчных составляющих корректирующих сигналов. Однако и в этих условиях после автоматической настройки остаточные погрешности совмещения растров в центральном круге диаметром 0,8 Н, где Н — высота кадра, не превышали 0,05 % Н; в круге диаметром Н—0,1% *Н*; на остальной части кадра — 0,3 % Н. Испытания системы совместно с ТВ передающей камерой нового поколения аппаратуры КТ-178, развертки которой дают возможность ввода всех упомянутых составляющих корректирующих сигналов показали следующие результаты погрешности: в центральном круге диаметром 0,8 Н — ⩽0,02 %, в круге диаметром Н—⩽0,05 %, в трех углах около 0,05 % и в одном из углов — 0,2 %.

Точность коррекции яркостных искажений по полю ТВ кадра оценивалась с помощью специально разработанного цифрового измерителя, представляющего собой автоматический компенсатор яркостных искажений, реализующий табличный метод формирования компенсирующего сигнала [9], дополненный вычислительным устройством. Цифровой компенсатор включался после окончания работы системы автоматической настройки. Набранный в оперативном запоминающем устройстве компенсатора массив отсчетов $\{b_{ij}\}$ характеризует остаточную неравномерность фона или сигнала. Вычислительное устройство обрабатывает массив отсчетов: из него выделяют $b_{макс}$ и $b_{мин}$ отсчеты, затем вычисляют разность $b_{макс}—b_{мин}$. Цена шага квантования η_1 в цифровом компенсаторе установлена 0,3% динамического диапазона видеосигнала. Тогда максимальные неравномерности фона или сигнала можно оценить по формуле $\eta_{макс}=(b_{макс}—b_{мин})\eta_1$. В ходе экспериментов оценивались точность коррекции и время, затраченное автоматической системой на набор корректирующего сигнала в зависимости от соотношения сигнал/шум в ТВ канале. Дополнительные шумы аддитивно вводились в видеосигнал от генератора шума Г2-37. Результаты экспериментов показаны в виде графиков на рис. 6, откуда видно, что при типичных для ТВ камер отношениях сигнал/шум в 40—50 дБ достигнута точность коррекции меньше 1% динамического диапазона видеосигнала. Время на набор одной корректирующей поверхности равно 7—10 с. Общее время настройки одного канала цветной камеры по 40 регулируемым параметрам — 30—40 с.

Выводы

В результате исследований по объективной оценке качества настройки преобразователей свет — сигнал, способам формирования корректирующих сигналов, алгоритмам поиска экстремума целевой функции и др. разработана оригинальная отечественная микропроцессорная система автоматической настройки и коррекции искажений ТВ передающих камер и камерных каналов. Система позволяет за время порядка 90 с полностью настроить ТВ передающую камеру перед началом передач, уточнить настройку в перерывах между передачами за 18 с, сбалансировать уровни черного и белого, а также провести центровку растров за 7 с. Система имеет малые габариты, массу, энергопотребление и обеспечивает высокие качественные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекламный проспект фирмы «Ikegami».
2. Рекламный проспект фирмы «Thomson CSF».
3. Grieshaber Automatic Set up System For the BCC 20 Using Digital Video Techniques. — SMPTE, 1982, N 8, August, p. 709—716.
4. Бычков Б. Н., Тимофеев Б. С. Определение параметров сигналов компенсирующих искажения в телевизионных системах. — Техника средств связи, сер. Техника телевидения, 1983, вып. 1, с. 66—73.
5. Тимофеев Б. С. Применение микропроцессоров для автоматической настройки телевизионных камер. — Техника кино и телевидения, 1981, № 10, с. 49—53.
6. Аоки М. Введение в методы оптимизации. — М.: Наука, 1977.
7. Устройство для автоматической компенсации неравномерности фона видеосигнала/Бычков Б. Н., Кузьмин В. П., Кузнецов Н. И. — БИ, 1981, № 1.
8. Устройство автоматической коррекции координатных искажений телевизионного изображения/Бычков Б. Н., Зыков И. Я., Ромашов Б. А. и др. Авт. свид. № 1012456. — БИ, 1983, № 14.
9. Устройство для автоматической компенсации неравномерности фона видеосигнала/Бычков Б. Н., Кузнецов Н. И., Тимофеев Б. С. и др. Авт. сид. № 924914. — БИ, 1981, № 22.

Ленинградский институт авиационного приборостроения

УДК 621.395

Расширение полосы частот телефонных каналов, используемых для репортажей

А. А. Терепинг

Для передачи сигналов звукового сопровождения к различным репортажам, интервью и др. вынуждены использовать телефонные каналы в том случае, когда на месте передачи отсутствуют высококачественные звуковые каналы. Такие ситуации возникают, например, при трансляции крупных спортивных мероприятий: все ТВ организации получают одинаковое изображение по РРЛ, звуковое же сопровождение передается собственными корреспондентами по междугородным телефонным каналам.

В радиовещании используют телефонные каналы — как местные, так и междугородные — для передачи материалов значительно чаще: в Эстонском радио от 3 до 20 сообщений в сутки. С повышением оперативности радиопередач эта цифра заметно возрастает.

Качество звучания материалов, передаваемых по телефонным каналам, довольно низкое, главным образом из-за узкой полосы пропускания канала (от 330—400 до 3000—3300 Гц).

Известно, что основные частоты мужского голоса лежат в пределах 80—150 Гц, женского голоса — 200—250 Гц. Следовательно, по телефонному каналу передаются только высшие гармоники голоса, основная же частота остается за пределами полосы пропускания. Благодаря свойствам слухового анализатора человека отсутствующая основная частота синтезируется на базе гармоник. Тем не менее отсутствие основных частот субъективно отчетливо различимо и придает голосу специфический «телефонный» тембр. Телефонный канал неприемлем для передачи музыкальной информации прежде всего из-за отсутствия нижних частот.

Для улучшения качества материалов, передаваемых по телефонным каналам, в производственной лаборатории Эстонского республиканского радиотелецентра разработана аппаратура, позволяющая расширить полосу частот этих каналов в 5—10 раз за счет полосы в область нижних частот.

Система приемлема в двух модификациях.

Мобильная система (рис. 1) позволяет передавать сообщения в реальном времени. Входной сигнал с полосой частот 50—2950 Гц поступает на вход устройства, линейно

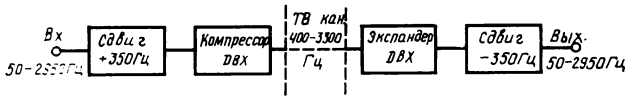


Рис. 1. Мобильная система

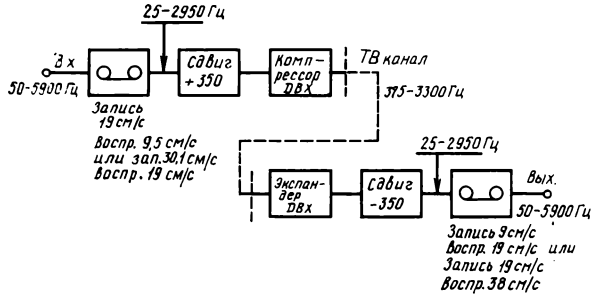


Рис. 2. Система с удвоением полосы

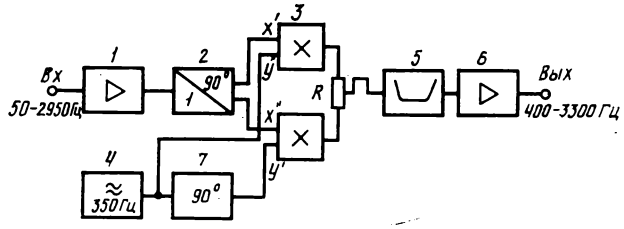


Рис. 3. Структурная схема модулятора

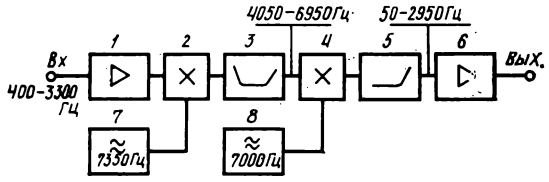


Рис. 4. Структурная схема демодулятора

сдвигающего частоту сигнала. Это устройство сдвигает все компоненты спектра на +350 Гц. Таким образом, получаем спектр сигнала 400—3300 Гц, который совместим с полосой телефонного канала. После компрессора системы DBX сигнал поступает в телефонный канал.

На приемном конце сигнал проходит через экспандер системы DBX и поступает в демодулятор, в котором все компоненты сдвигаются на —350 Гц. Таким образом получаем исходный спектр частот. В итоге, относительная полоса частот (отношение верхней и нижней частот полосы пропускания) расширяется более чем в пять раз.

Помимо выигрыша в ширине полосы те частотные компоненты помех канала, которые лежат в области 350—400 Гц, преобразуются в демодуляторе в частоты 0—50 Гц и могут быть отфильтрованы.

Система с удвоением полосы (рис. 2) позволяет передавать спектр частот от 50 до 5900 Гц.

Следует отметить, что по субъективному восприятию ограничение полосы со стороны нижних частот является более искажающим фактором, чем со стороны верхних, особенно для музыкальных звуков и мужского голоса. Поэтому по такой системе можно передавать с приемлемым качеством звучания сообщения, в которых кроме словесной информации присутствуют музыкальные отрывки.

Так как система с удвоением полосы требует замедленной передачи информации, первичный сигнал записывается на магнитофон и воспроизводится вдвое медленнее. Таким образом, спектр частот 50—5900 Гц трансформируется в 25—2950 Гц и после модулятора сдвигается на +350 Гц. В телефонный канал через компрессор DBX поступает спектр сигнала 375—3300 Гц.

В приемном конце после сдвига на —350 Гц получим сигнал со спектром частот 25—2950 Гц, который записывается на магнитофон и затем воспроизводится с удвоенной скоростью.

Этот метод может быть применен для передачи информации из стационарных корреспондентских пунктов, где имеются магнитофоны с двумя скоростями.

Использование системы компандирования DBX дает дополнительный выигрыш в уровне шумов.

Для получения сдвига частот +350 Гц в модуляторе используется фазокомпенсационный метод получения SSB сигнала с дополнительной фильтрацией (рис. 3). Входной сигнал после входного усилителя *1* поступает на вход широкополосного фазовращателя *2*, на его выходе получаем ортогональные сигналы в полосе частот 50—2950 Гц, которые поступают на входы X аналоговых перемножителей сигналов *3*. На входы У перемножителей подаются ортогональные сигналы частот сдвига 350 Гц. Суммированием выходных сигналов перемножителей *3* на резисторе *R* получим SSB сигнал фазокомпенсационным методом около несущей частоты 350 Гц. Для полного освобождения от остатков нижней боковой полосы сигнал проходит через полосовой фильтр *5* (400—3300 Гц).

Из-за простоты было бы заманчиво использовать фазокомпенсационный метод также и в демодуляторе. Однако поскольку частота сдвига 350 Гц попадает в спектр выходного сигнала демодулятора, приходится использовать метод фильтрации (рис. 4).

Для линейного сдвига на —350 Гц в демодуляторе сначала формируют SSB сигнал с поднесущей 7350 Гц при помощи аналогового перемножителя *2* и полосового фильтра *3*. Затем этот сигнал поступает на второй аналоговый перемножитель *4*, где формируется балансно-модулированный сигнал с несущей 7000 Гц и затем выделяют нижнюю боковую полосу при помощи ФНЧ *5*.

В настоящее время система (вариант с удвоением полосы) используется для передачи интервью и репортажей из Московского корреспондентского пункта Эстонского радио в Таллин. Это позволило значительно улучшить качество передаваемых материалов.

Эстонский республиканский радиотелецентр

□ □ □

УДК 621.391.837:621.397.13

Фильтрация ТВ растра с помощью протяженного источника белого света

А. А. Лапидес

Методы когерентной оптики, голографии и оптической обработки информации в последние годы находят все более широкое применение в кинотехнике [1—4]. В частности, в НИКФИ исследуется применение методов пространственной фильтрации для коррекции киноизображений. Ранее сообщалось о применении этих методов для подавления ТВ растра на киноизображении, полученном с использованием ТВ методов [3], и для фильтрации шума царапин изношенных фонограмм [4].

Однако полученные в [3, 4] изображения значительно искажены вследствие появления на них когерентных шумов — пятнистой спекл-структуры и дифракционных колец от пылинок. Эти шумы значительно снижают зрительное восприятие откорректированного изображения и, таким образом, затушевывают эффект фильтрации. Появление когерентных шумов типично для систем, использующих высококогерентное лазерное излучение. Проблема их подавления — сложная и до конца не решенная задача [5].

Поэтому в ряде случаев предпринимаются попытки создать систему оптической Фурье-фильтрации, использующую некогерентные источники света [6—8]. Метод [6] основан на наложении на корректируемое изображение высокочастотной дифракционной решетки и неприменим в реальном времени. Поэтому его использование в кинотехнике для решения задачи фильтрации больших массивов изображений затруднительно. В работах [7, 8] предложен метод фильтрации одномерных искажений, основанный на замене лазера в классической системе оптической Фурье-фильтрации щелевым источником белого света. Так как метод предназначен для коррекции одномерных искажений, ориентация такого источника (пространственно-когерентного лишь по одному направлению) позволяет устранить некоторую избыточность в пространственной когерентности лазерного излучения и подавить шумы за счет некогерентности источника по перпендикулярному направлению. В [7] теоретически исследовано применение этого метода для коррекции произвольных одномерных искажений, и экспериментально — для коррекции ТВ растра, а в [8] — для фильтрации царапин фотофонограмм, и показано, что метод позволяет полностью подавить когерентные шумы без снижения эффекта фильтрации.

Требования к пространственной когерентности (размерам) используемого источника в случае решения частной задачи одномерной фильтрации — подавления ТВ растра — очевидно, могут быть менее жесткими, чем при фильтрации произвольных одномерных искажений. Однако именно эти требования определены в [7], и эксперимент по коррекции ТВ растра был выполнен с источником, удовлетворяющим этим более жестким требованиям.

Цель настоящей работы — исследовать требования к размерам источника (пространственной когерентности) при фильтрации ТВ растра.

Рассмотрим схему оптической фильтрации (рис. 1). Корректируемый кинокадр *3* (рис. 2, *а*) с ТВ изображением, содержащим растр, ориентированный параллельно оси *x*, установлен в передней фокальной плоскости объектива *3* с фокусным расстоянием *F*. На кадр падает свет от протяженного некогерентного источника света *1*. При использовании высококогерентного источника (лазера или точечного источника) в зависимости от юстировки коллиматора *2* на изображение падает сферическая (сходящаяся или расходящаяся) или плоская волна. В отличие от этого в случае некогерентного источника на каждый элемент изображения независимо от юстировки коллиматора *2* падает набор плоских волн. На рис. 1 изображены две такие волны: одна параллельна оптической оси (сплошная), а другая (пунктир) распространяется под углом к оптической оси с направляющими косинусами $\cos\alpha$ и $\cos\beta$. Первая волна формирует в частотной плоскости спектр

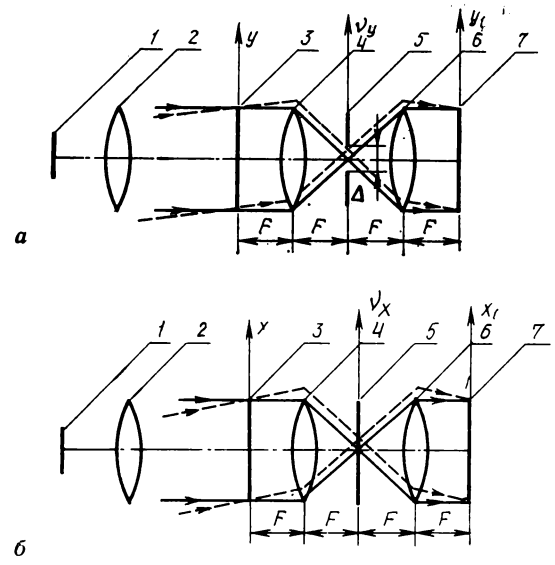


Рис. 1. Оптическая схема метода:
а — вид сбоку; *б* — вид сверху

изображения с центром на оптической оси, а вторая — с центром, смещенным вдоль оси ν_x на расстояние $F\mathrm{tg}\,\alpha$ и вдоль оси ν_y на расстояние $F\mathrm{tg}\beta$.

В [3] показано, что спектр ТВ изображения, записанного на кинопленку, состоит из отдельных дифракционных максимумов, расположенных на прямой, параллельной оси ν_y, на расстояниях Δ друг от друга. Распределение поля вокруг каждого максимума дает спектр изображения, не искаженного растром. На рис. 2, *б* кружками изображены наблюдаемые в частотной плоскости спектры, полученные вследствие освещения корректируемого изображения четырьмя плоскими волнами различной ориентации. Интенсивность максимумов убывает с ростом их номеров [3], что условно отмечено на рис. 2, *б* с помощью введения различных размеров кружков, соответствующих различным дифракционным порядкам. Темные кружки на рис. 2,*б* изображают спектр, созданный световой волной, параллельной оптической оси, а сплошные кружки — волной с направляющими косинусами $\cos\alpha$ и $\cos\beta$ (см. рис. 1).

В частотной плоскости установлен щелевой Фурье-фильтр *5*, ориентированный параллельно оси ν_x. Как показано в [3], фильтрация состоит в выделении из пространственного спектра одного дифракционного максимума. В частности, при использовании пространственного когерентного источника (лазер, точечный источник) [3] спектр в частотной плоскости состоит из одного ряда максимумов, расположенных на оси ν_y. При использовании щелевого источника света [7] спектр размывается вдоль оси ν_x. В обоих случаях фильтр *5* пропускает только центральную часть спектра и в плоскости *7* объективом *6* формируется изображение, свободное от растра.

Рассмотрим, что произойдет при использовании протяженного источника. Каждый точечный элемент такого источника образует плоскую волну определенной ориентации, освещающую корректируемое изображение, и соответствующую смещенную дифракционную картину в частотной плоскости. Если при использовании щелевого источника *7* дифракционные картины смещаются вдоль оси ν_x (спектр размывался вдоль оси ν_x,), то при использовании протяженного источника смещение в плоскости (ν_x, ν_y) происходит по всевозможным направлениям. Из рис. 2, *б* видно, что фильтр *5* пропускает либо один дифракционный максимум из каждого спектра, образованного светом любого точечного элемента источника (спектры, изображенные черными, сплошными и пунктирными кружками), либо части двух соседних дифракционных максимумов (заштрихованные кружки). В тех случаях, когда фильтр пропускает один дифракционный максимум, соответствующие изображения в плоскости *7* свободны от растра и точно налагаются одно на другое, так как положение изображения в этой плоскости не зависит от ориентации освещающей волны. Тот факт, что фильтр пропускает не только нулевые дифракционные максимумы, но и максимумы высших порядков, приводит лишь к меньшему использованию доли света соответствующих точечных элементов источника *1* вследствие того, что интенсивность максимумов убывает с ростом их номера [3]. Однако общий световой поток, формирующий выходное изображение, за счет использования света и точечных элементов источника (пусть с меньшим КПД, чем центральных элементов) увеличивается.

На рис. 2, *б* заштрихованными кружками изображен спектр, из которого фильтр *5* выделяет части двух соседних дифракционных порядков. Соответствующее изображение в плоскости *7* содержит в себе некоторые искажения. Подобные спектры создаются волнами с направляющим косинусом $\cos\beta$, удовлетворяющим условиям

$$(\Delta-r)(2k+1)\leqslant 2F\mathrm{tg}\beta\leqslant(\Delta+r)(2k+1), \qquad (1)$$

где k — целое число; r — размеры дифракционного порядка вдоль оси ν_y.

Для того чтобы подавить соответствующие изображения, воспринимаемые как помехи, необходимо задиафрагмировать специальным экраном все те элементы тела накала источника *1*, которые создают волны с углом β, удовлетворяющим условию (1).

Из рис. 1 видно, что эти элементы находятся на расстоянии y от оптической оси, удовлетворяющем условию

$$y/F_к=\mathrm{tg}\beta, \qquad (2)$$

где $F_к$ — фокусное расстояние коллиматора.

Из рис. 1 и условия (2) следует, что экран должен представлять собой систему непрозрачных полос шириной $rF_к/F$. Это следствие того, что каждый точечный элемент источника с координатами (x, y) создает свою дифракционную картину в плоскости (ν_x, ν_y) с центром в точке с коор-

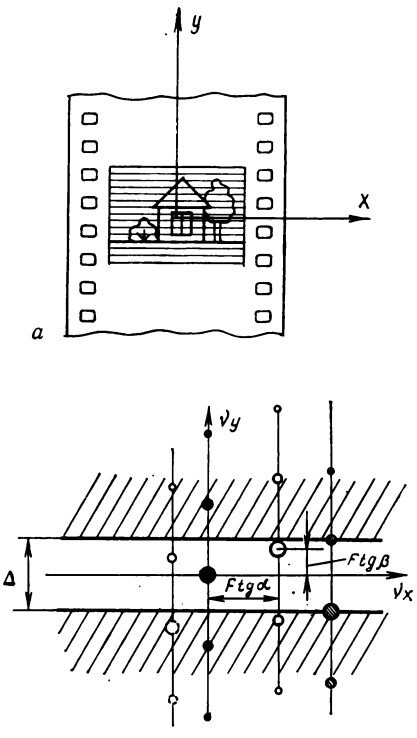


Рис. 2. Корректируемое изображение (а) и его спектр (б)

динатами ($Fx/F_к$, $Fy/F_к$), где $F/F_к$ — коэффициент увеличения оптической системы, состоящей из коллиматора *2* и объектива *4*.

Однако в случае, когда $r/\Delta \ll 1$, т. е. когда спектр корректируемого изображения в направлении оси ν_y занимает существенно меньшую область, чем расстояния между дифракционными порядками, ширина полос $rF_к/F$ очень мала, и указанный экран можно не использовать. Это объясняется тем, что доля точечных элементов источника *1*, удовлетворяющих условиям (1) и (2), невелика. Поэтому интенсивность соответствующих искажений мала.

Полученные результаты были экспериментально проверены с тем же кинокадром с изображением ТВ тест-таблицы, что и в [3, 7] и в той же системе с объективами *4* и *6* «Гелиос-40», коллимационным объективом *2* «Юпитер-9», пространственным фильтром *5* шириной $\Delta = 1$ мм. Единственное отличие состояло в источнике света *1*. В рассматриваемом эксперименте в качестве источника *1* использовался листок аркозоля размером 50×50 мм, освещаемый диапроектором «Этюд». Экран из непрозрачных полос не использовался, так как и без него качество откорректированного изображения, оцениваемое визуально было очень хорошим. При введении в частотную плоскость фильтра *5* растр полностью устраняется без появления на входном изображении в плоскости *7* каких-либо искажений. Фотографии входного и выходного изображений, полученные рассматриваемым методом, не отличаются от изображений, представленных в [7], поэтому в данной статье они не представлены.

Выводы

Требования к размерам протяженного источника света при фильтрации ТВ растра значительно уступают требованиям при фильтрации произвольных одномерных искажений.

Фильтрация растра осуществляется с помощью протяженного источника света, совмещенного с экраном в виде системы непрозрачных полос: определены размеры этих полос.

Теоретически и экспериментально показано, что в случае, когда спектр корректируемого изображения занимает вдоль оси ν_y область существенно меньшую, чем расстояние Δ между отдельными дифракционными максимумами, использование экрана необязательно. Результаты эксперимента подтверждают теоретическое рассмотрение.

Применение протяженного источника для фильтрации ТВ растра позволяет использовать бо́льшие световые потоки (а следовательно, меньшие экспозиции), чем при фильтрации с помощью щелевого источника света, что очень важно для обработки в реальном времени киноизображений, полученных с использованием ТВ методов.

Применение произвольного протяженного источника аппаратурно более просто, чем применение специального щелевого источника света и лазера. Кроме того, по сравнению с методом обработки, использующим лазер, качество восстановленного изображения в случае применения источника белого света значительно выше вследствие отсутствия на нем когерентных шумов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комар В. Г. О возможности создания театрального голографического кинематографа с цветным объемным изображением. — Техника кино и телевидения, 1975, № 4, с. 31—39; № 5, с. 34—44.
2. Комар В. Г., Соболев Г. А. Применение голографических методов в кинематографии. — В сб.: Современное состояние и перспективы развития голографии/Под ред. Л. Д. Бахраха, Г. Ф. Фридмана. — Л.: Наука, 1974, с. 120—140.
3. Лапидес А. А., Шпунтов А. И. Улучшение качества ТВ изображения методом оптической фильтрации. — Техника кино и телевидения, 1981, № 7, с. 44—46.
4. Zhabotinski M. E., Lapides A. A., Shpuntov A. I. Coherentoptics suppression of scratch noise on optical sound records. — Applied Optics, 1983, 22, N 24, p. 4020—4027.
5. Колфилд Г. Спеклы. — В кн.: Оптическая голография/Под ред. Г. Колфилда. — М.: Мир, 1982, 2, с. 401—406.
6. Yu F. T. S., Chao T. H., Zhuang S. L. Polycromatic processing technique for color image transparencies — Appl. Opt., 1980, 19, N 12, p. 1887—1889.
7. Лапидес А. А. Метод когерентной пространственной фильтрации одномерных искажений изображений с использованием источника белого света. — Радиотехника и электроника, 1983, 28, № 6, с. 1214—1217.
8. Лапидес А. А. Оптическая пространственная фильтрация фотографических фонограмм в белом свете.— Техника кино и телевидения, 1984, № 4, с. 14—15.

□ □ □

УДК 621.375.026

Переносной усилитель мощности У067

Е. Н. Костюченкова, Ю. А. Никифоров, Э. П. Тарасов

Переносной усилитель мощности У059 [1, 2], предназначенный для трансляции музыкальных фонограмм и командной связи при репортажных и натурных съемках кинофильмов, входит в состав кинотелевизионных комплексов аппаратуры для репортажных съемок 1КРК, натурных съемок 1КНК [3] и съемок под фонограмму КВЗ-30.

Поскольку элементная база этого усилителя мощности устарела, а основной элемент оконечного каскада — выходной германиевый транзистор ГТ813А ввиду его неперспективности снимается с производства, в настоящее время осваивается выпуск нового переносного усилителя мощности У067, который служит для тех же целей, что и усилитель У059; его также можно использовать в качестве контрольного и применять для решения других задач, возникающих при звуковоспроизведении сигналов большой мощности.

В усилителе мощности У067 устранены недостатки усилителя У059, выявленные в процессе его производства и при эксплуатации на киностудиях страны. Новый усилитель имеет измененную структурную схему и некоторые новые технические решения отдельных узлов. Для его работы от сети переменного тока служит питающее устройство 21В149.

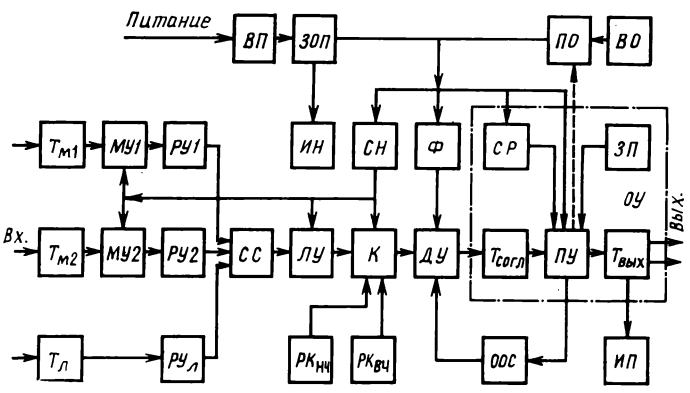


Рис. 1. Структурная схема усилителя мощности У067

Структурная схема усилителя мощности

Усилитель мощности относится к двухтактным усилителям класса АВ с предварительной обработкой входного сигнала и дополнительными устройствами, обеспечивающими надежность.

В каждом из двух микрофонных каналов усилителя мощности У067 (рис. 1) в качестве входных согласующих микрофонных трансформаторов $T_{м1}$ и $T_{м2}$ используется трансформатор ТР1079, заимствованный из портативной аппаратуры, в частности из магнитофонов «Ритм-репортер», «Ритм-310». Сигналы от трансформаторов $T_{м1}$ и $T_{м2}$ поступают на входы микрофонных усилителей соответственно *МУ1* и *МУ2*, выходы которых через выносные регуляторы усиления каждого микрофонного канала *РУ1* и *РУ2* и через резистивный смеси-

Основные технические данные У067

Максимальная выходная мощность, Вт	50
Сопротивление нагрузки, Ом	18*
Напряжение питания В	24
Рабочий диапазон частот, Гц	31,5—12 500
Неравномерность частотной характеристики, дБ	±3,5
Коэффициент гармоник, %, не более	
на частоте 1000 Гц	1
на частотах 31,5 и 10 000 Гц	3
Коррекция частотной характеристики на частотах 100 и 10 000 Гц плавная, дБ	±12
Входные напряжения линейного входа, В	0,775; 1,55
Входное напряжение микрофонного входа, мВ	3
Уровень шума на выходе, измеренный со взвешивающим фильтром по кривой «А» относительно выходного напряжения 30 В при выключенных коррекциях и максимальном усилении, дБ, не более	
по линейному входу	—80
по микрофонному входу	—75
Число входов	
линейных	1
микрофонных	2
Габариты, мм	352×127×310
Масса, кг	12

* При меньшем сопротивлении нагрузки вплоть до ее короткого замыкания обеспечивается защита усилителя от перегрузки.

тель сигналов *СС* подключены ко входу линейного усилителя *ЛУ*. Сюда же идет сигнал с линейного входа через согласующий трансформатор $T_л$ (ТР1123) и выносной регулятор усиления сигнала линейного канала $РУ_л$. Усиленный сигнал *ЛУ* подается на корректор частотной характеристики *К*. Степень коррекции плавно регулируется выносными регуляторами коррекции $РК_{нч}$ и $РК_{вч}$ соответственно для низких и высоких частот. Далее сигнал поступает на драйверный предварительный усилитель *ДУ* и оконечный усилитель *ОУ*, который на входе имеет согласующий фазоинверсный трансформатор $T_{согл}$, а на выходе — выходной трансформатор $T_{вых}$. Усиление мощности обеспечивают плечевые усилители *ПУ*, включенные по двухтактной схеме. Драйверный и оконечный усилители охвачены отрицательной обратной связью *ООС*.

Оконечный усилитель имеет специальные устройства стабилизации режима *СР* и защиты выходных транзисторов от перегрузки *ЗП*, которые обеспечивают высокую надежность усилителя мощности. Перегрузку *ОУ* регистрирует индикатор перегрузки *ИП* (8Э107) включением светодиода на лицевой панели усилителя мощности.

Для эффективного отвода тепла от мощных транзисторов *ПУ* в усилителе мощности применено принудительное охлаждение *ПО*, которое автоматически включается при превышении заданной температуры корпуса радиатора. Принудительное охлаждение (вентилятор) можно включить и вручную выключателем обдува *ВО*, расположенным на лицевой панели усилителя.

Питание усилителя мощности подается через выключатель питания *ВП* и устройство защиты от включения источника питания (аккумулятора) с обратной полярностью *ЗОП*. Наличие напряжения при включении питания в усилителе регистрируется индикатором напряжения источника питания *ИН*, свечение светодиодов которого в определенных комбинациях также информирует о диапазонах напряжения источника питания. Последнее обстоятельство особенно важно при работе усилителя мощности от аккумулятора, так как при этом можно практически оценить степень его заряда.

Драйверный усилитель получает питание через развязывающий активный фильтр *Ф*, а питание микрофонных усилителей, линейного усилителя и корректора осуществляется через стабилизатор напряжения *СН*.

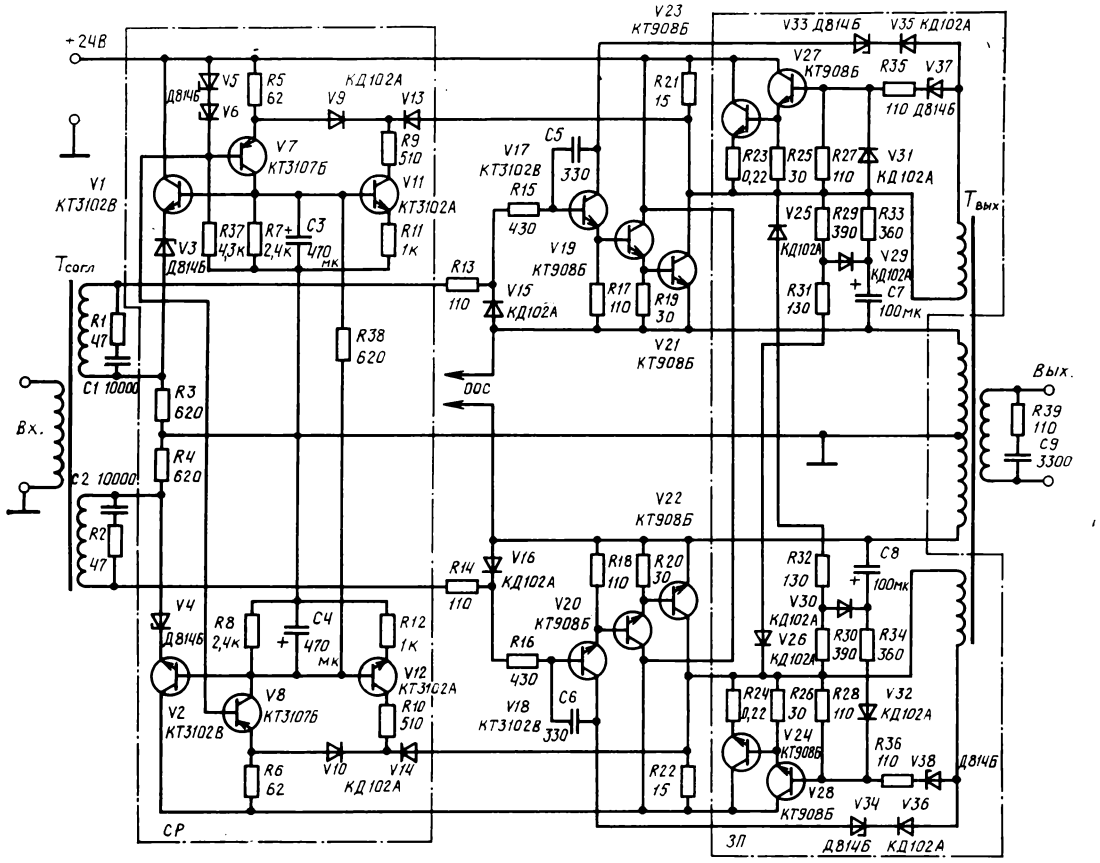


Рис. 2. Схема оконечного усилителя с устройствами стабилизации режима и защиты от перегрузки

Устройство и работа усилителя мощности

Усилитель включает в себя входной трансформатор $T_{согл}$, выходной трансформатор $T_{вых}$, два плечевых усилителя, цепь смещения, устройства стабилизации режима *СР* и защиты выходных транзисторов от перегрузки *ЗП* (рис. 2).

Транзисторы *V17*, *V19*, *V21* и *V18*, *V20* , *V22* образуют два плечевых усилителя, которые включены по двухтактной схеме, и работают по схеме с общим коллектором (ОК), что обеспечивает достаточно малые нелинейные и частотные искажения при неглубокой общей *ООС* и соответственно хорошей устойчивости усилителя, а также низкое выходное сопротивление усилителя при повышающем выходном трансформаторе. В качестве выходных транзисторов в *ПУ* использованы меза-планарные кремниевые *n-p-n* транзисторы КТ908Б, для которых характерны малые напряжения насыщения при достаточно высоком коэффициенте передачи тока и большой предельной рассеиваемой мощности. Для задания исходного режима *ПУ* применено начальное смещение постоянным током на их входе, обеспечивающее ток покоя выходных транзисторов, при котором они работают на линейных участках вольтамперных характеристик, что в свою очередь определяет малые нелинейные искажения во всем диапазоне напряжений выходного сигнала. Смещение *ПУ* обеспечивается падением напряжения на резисторах *R3* (*R4*), которые подключены ко входу каждого плечевого усилителя последовательно с соответствующими вторичными обмотками трансформатора $T_{согл}$.

Учитывая широкий диапазон рабочих температур при эксплуатации переносного усилителя мощности У067, исходный режим оконечного усилителя стабилизируется специальным устройством стабилизации режима *СР*. На рис. 2 это устройство выделено; оно состоит, по существу из двух раздельных устройств — для каждого *ПУ*. Работа этих устройств основана на использовании адаптивной *ООС*. В режиме покоя и при малых сигналах контур адаптивной обратной связи соответствует линейной системе с достаточно глубокой *ООС* по току. Для больших сигналов (режим усиления мощности) цепь адаптивной связи выполнена нелинейной, что устраняет влияние динамического режима на цепь смещения. Принцип действия аналогичного устройства стабилизации исходного режима оконечного усилителя подробно освещен в [1]. Отметим, что на рис. 2 опорный источник управляющих транзисторов *V7* и *V8* общий для обоих устройств *СР* и выполнен на полупроводниковых стабилитронах *V5*, *V6*, включенных в прямом направлении. Резистор *R38* служит для предотвращения возможных низкочастотных колебаний *ОУ* из-за разброса параметров элементов устройств *СР* и *ПУ*. Упомянутая выше нелинейная цепь адаптивной связи в данном усилителе функционально связана и с устройствами защиты *ЗП* выходных транзисторов плечевых усилителей от перегрузки. Нелинейная цепь представляет собой дополнительный усилитель на транзисторах *V23*, *V27* (*V24*, *V28*) с нелинейными цепями управления, выход которого подключен к резистору *R21* (*R22*) в цепи питания выходного транзистора *V21* (*V22*) плечевого усилителя. Цепи управления *R29*, *R33*, *R35*,*V29*, *V31*, *V37*, *C5*, (*R30*, *R34*, *R36*, *V30*, *V32*, *V38*, *C6*) совместно с дополнительными обмотками выходного трансформатора обеспечивают открытое и на сыщенное состояние дополнительных усилителей *V23*, *V27* (*V24*, *V28*) в динамическом режиме, предоотвращая тем самым потери напряжения на сопротивлении резисторов *R21* (*R22*). В режиме покоя (при отсутствии сигнала) дополнительные усилители закрыты, и через резисторы *R21* (*R22*) протекает суммарный ток покоя выходных транзисторов и ток устройств *СР*.

В режиме перегрузки, в частности в момент короткого замыкания нагрузки *ОУ*, при воздействии входного сигнала дополнительные усилители также находятся в закрытом состоянии, и ток, протекающий через выходные транзисторы *ПУ*, ограничен до безопасного значения сопротивлением резисторов *R21* (*R22*). Действие аналогичных устройств защиты рассмотрено в [2, 4, 5]. Для увеличения эффективности защиты в данном усилителе коллектор первого транзистора *V17* (*V18*) каждого плечевого усилителя подключен через стабилитроны *V33* (*V34*) и диоды *V35* (*V36*) к дополнительной обмотке выходного трансформатора. Такое решение позволяет снизить коллекторное напряжение первого транзистора *V17*(*V18*) плечевого усилителя в режиме покоя, а в режиме короткого замыкания нагрузки усилителя улучшить условие насыщения этого транзистора. Происходящее резкое уменьшение входного сопротивления плечевого усилителя используется для ограничения входного сигнала с помощью резисторов *R13*, *R15* (*R14*, *R16*). Диоды *V15* (*V16*) служат для ограничения сигнала, поступающего на вход плечевого усилителя в нерабочий полупериод. Элементы оконечного усилителя *R1*, *R2*, *R39*, *C1*, *C2*, *C5*, *C6* и *C7* предназначены для коррекции частотно-фазовой характеристики усилителя, что обеспечивает его устойчивость.

Для предварительного усиления сигнала служит драйверный усилитель *ДУ* (см. рис. 1), который наряду с усилением сигнала по напряжению обеспечивает усиление и по мощности. Его схема с фильтром питания *Ф* приведена на рис. 3. Первый каскад *ДУ* на транзисторах *V1* и *V2* — дифференциальный с эмиттерной динамической нагрузкой на транзисторе *V3*. Второй каскад — транзистор *V6*, работающий по схеме с общим эмиттером. Транзисторы *V7*, *V11*, *V13*, *V14* и *V15* образуют двухкаскадный стабилизированный по постоянному току двухтактный усилитель [6]. Ре-

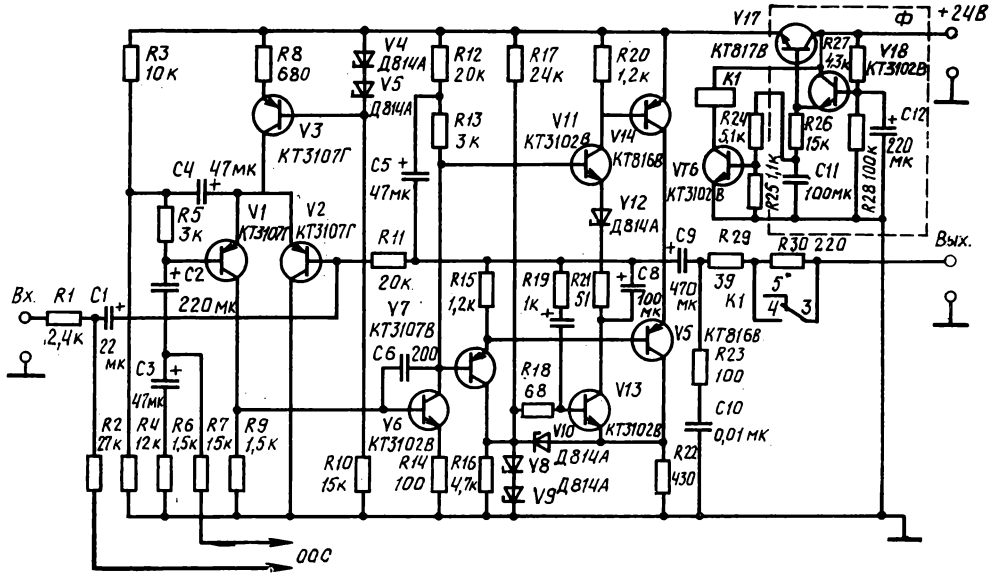


Рис. 3. Схема предварительного усилителя и фильтра

жим усилителя задается с помощью источника опорного напряжения *V8*, *V9* и управляющего транзистора *V13*. Стабилитроны *V8—V10* представляют нелинейную цепь с постоянными параметрами, шунтирующую в динамическом режиме резистор *R22*, который включен в цепь питания выходного транзистора *V15*. Выход *ДУ* подключен ко входу оконечного усилителя через разделительный конденсатор *C9* и резисторы *R29*, *R30*; причем последний из них коммутируется контактами реле *K1* с некоторой задержкой во времени при подключении усилителя к источнику питания, что обеспечивает благоприятный переходный процесс при установлении режимов. Задержку времени включения реле *K1* выполняют элементы *C11*, *R24*, *R25* и транзистор *V16*.

Драйверный усилитель охвачен общей отрицательной обратной связью (*R11* и *C1*), которая используется и для стабилизации режима. Резисторы *R2* и *R7*, включенные к выходам плечевых усилителей *ОУ* соответственно нижнего и верхнего плечей (см. рис. 2), замыкают контур общей обратной связи всего усилителя. *ДУ* подключен к источнику питания через активный фильтр *Ф* на транзисторах *V17*, *V18*.

На рис. 4 представлена входная часть переносного усилителя мощности У067, включающая входные микрофонные трансформаторы $T_{м1}$ и $T_{м2}$, входной трансформатор линейного канала $T_л$, два микрофонных усилителя *МУ1*, *МУ2*, смеситель сигналов *СС*, линейный усилитель *ЛУ*, корректор *К* и стабилизатор напряжения *СН*. Оба микрофонных усилителя, линейный усилитель и корректор построены на двух корпусах двухканального операционного усилителя К157УД2. Стабилизатор напряжения выполнен на транзисторах *V1—V3*.

С целью расширения диапазона рабочих температур для эффективного отвода тепла от выходных транзисторов в усилителе предусмотрено принудительное охлаждение *ПО*, которое включается автоматически, если температура корпуса радиатора превышает 50 °С. Устройство принудительного охлаждения (рис. 5) обеспечивает автоматическое включение и выключение электродвигателя *М* вентилятора. Кроме того, предусмотрено ручное включение вентилятора тумблером *S1*. Устройство *ПО* выполнено на пороговой схеме *D1* (двухканальный операционный усилитель К157УД2), транзисторе включения *V2* и реле *K1*, контакты которого подключены к двигателю вентилятора *М*. В одно из плеч резистивного моста *R1*, *R2*, *R6*, *R7* на входе операционного усилителя включен терморезистор *R3* (являющийся датчиком температуры), конструктивно расположенный на общем теплоотводе мощных транзисторов усилителя У067. В цепи коллектора транзистора включения *V2*, подключенного к выходу *D1*, находится обмотка реле *K1*, которая своими контактами и включает двигатель *М*. Срабатывание устройства *ПО* (см. рис. 1) в зависимости от температуры теплоотвода мощных транзисторов регулируется резистором *R2*.

Усилитель мощности У067 обычно получает питание от аккумуляторов, а в процессе эксплуатации, особенно в экспедиционных условиях, есть вероятность инверсного их подключения. Это означает, что при включении *ВП* (см. рис. 1) напряжение питания обратной полярности будет подано на усилитель мощности и вследствие этого последний неизбежно выйдет из строя. Для защиты усилителя мощности при подключении его к источнику питания с обратной полярностью напряжения служит устройство *ЗОП* (см. рис. 1), схема которого представлена на рис. 6. При замыкании *Q*, если полярность напряжения источника питания соот-

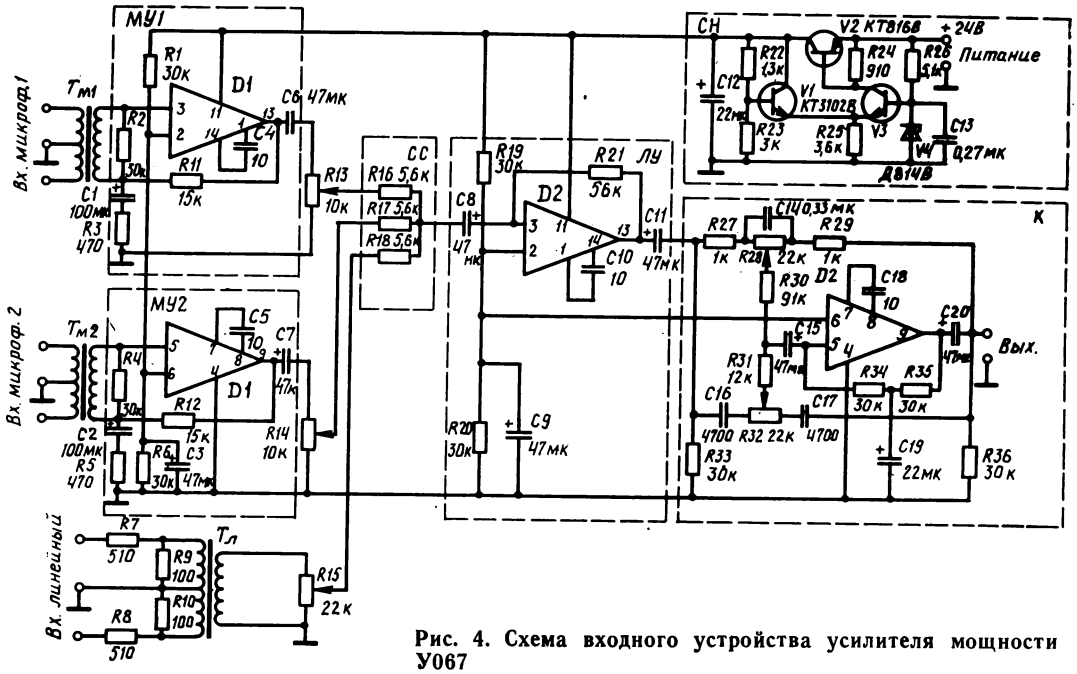


Рис. 4. Схема входного устройства усилителя мощности У067

ветствует полярности усилителя мощности, то напряжение на последнем плавно нарастает, и при напряжении, равном напряжению срабатывания реле *К*, источник питания подключается контактами реле непосредственно к усилителю мощности. Потери при этом незначительны, так как определяются лишь переходным сопротивлением контактов, для уменьшения которого две группы контактов реле включены параллельно. Скорость нарастания напряжения питания усилителя и потребляемый им ток в течение переходного процесса коммутации источника питания определяются сопротивлением резистора *R1* и суммарной емкостью конденсатора *C1* и конденсаторов фильтра усилителя мощности. Кроме того, емкость *C1* поддерживает напряжение на обмотке реле в период коммутации его контактов, а сопротивление резистора *R2* определяет рабочий ток обмотки реле. В случае обратной полярности напряжения источника питания защитный диод *V1* закрыт, реле не срабатывает, и на усилитель мощности напряжение не поступает. Следует отметить, что при подключении к источнику питания неисправного усилителя мощности, который коротко замкнут на него или имеет малое сопротивление (например, вышли из строя выходные транзисторы), реле *К* не сработает, и ток, потребляемый от источника питания, будет ограничен сопротивлением резистора *R1*. Благодаря этому обеспечивается защита питающего устройства от перегрузки.

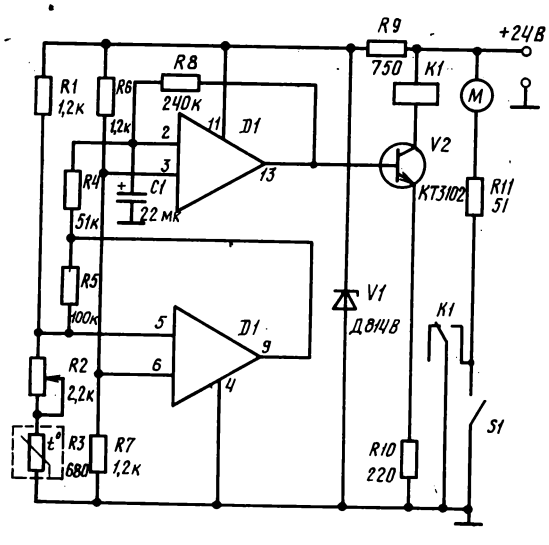


Рис. 5. Схема устройства принудительного охлаждения радиатора выходных транзисторов усилителя мощности У067

На рис. 6 изображена и схема индикатора питания *ИП*, выполненного на транзисторах *V2*, *V4*, *V5*, в коллекторные цепи которых включены светодиоды *V3* и *V6*. Транзистор *V4* и стабилитроны *V7*, *V8* образуют эмиттерную динамическую нагрузку дифференциального каскада. *ИП* настраивается так, что при напряжении питания 10—22 В транзистор *V2* закрыт, и весь ток транзистора *V4*, который во всех режимах постоянен, проходит через светодиод *V6* красного цвета, свечение которого сигнализирует о недостаточном напряжении источника питания (например, разряжен аккумулятор или неисправно питающее устройство 21В149). При напряжениях источника питания от 22 до 24 В открыты оба транзистора *V2* и *V5*, а ток транзистора *V4* распределяется между светодиодами *V3* и *V6* в зависимости от напряжения.

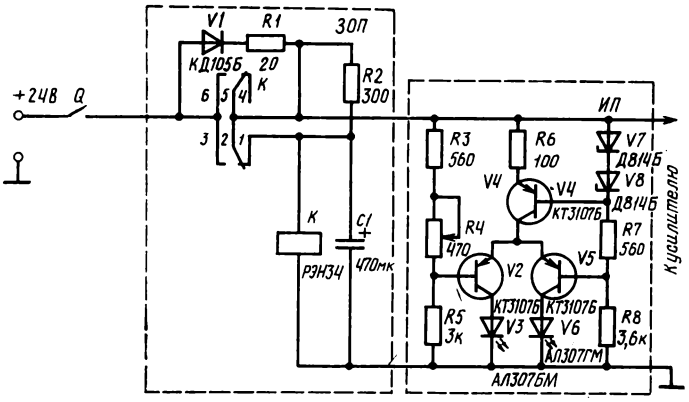


Рис. 6. Схемы устройств защиты при инверсном подключении усилителя мощности к источнику питания и индикатора напряжения источника питания

По интенсивностям свечения *V3* и *V6* можно косвенно судить о степени заряда аккумуляторов. При напряжении питания более 24 В транзистор *V5* закрыт, *V2* открыт, а свечение светодиода зеленого цвета *V3* информирует о повышенном напряжении источника питания (например, из-за неисправности питающего устройства 21В149). Оба светодиода расположены на лицевой панели усилителя мощности У067. Заметим, что вместо двух светодиодов *V3* и *V6* можно использовать индикатор АЛС331А, который в данной схеме в зависимости от напряжения питания изменяет цвет своего свечения от красного до зеленого. Работа усилителя мощности У067 при напряжении питания 22—24 В в этом случае характеризуется свечением индикатора оранжево-желтого цвета.

У067 по конструкции аналогичен усилителю У059 [2], который защищен свидетельством на промышленный образец № 8755. Это отдельный блок, представляющий собой плоскопараллельную конструкцию темного цвета со светлой передней лицевой панелью. На лицевой панели усилителя размещены органы управления, объединенные в функциональные узлы. В левой части лицевой панели находятся выключатель «Питание» и светодиоды индикатора контроля напряжения питания, выключатель «Обдув» двигателя вентилятора принудительного охлаждения, гнезда «Контроль» для подключения контрольного громкоговорителя или измерительной аппаратуры. В центре панели вертикально расположены регуляторы «Коррекция» низких и высоких частот и регулятор «Усиление» линейного входа. В правой части лицевой панели находятся светодиод индикатора «Перегрузка», гнезда «Линейный вход», входные разъемы и регуляторы «Усиление» микрофонных входов. С левой стороны корпуса усилителя расположены под углом разъемы, через которые подключаются линии питания и нагрузки. Верхняя крышка корпуса усилителя мощности крепится винтами и при необходимости ее можно легко снять, таким образом обеспечен удобный доступ к контрольным блокам и монтажу. Для этой же цели радиатор, установленный с задней стороны корпуса усилителя, и лицевую панель можно открыть. В собранном виде радиатор представляет собой трубу с прямоугольным сечением, по которой вентилятором прогоняется воздух, с боковых сторон корпуса усилителя мощности предусмотрены специальные щели для забора воздуха вентилятором.

Питающее устройство 21В149

Питающее устройство 21В149 предназначено для питания усилителя мощности У067 от сети переменного тока. Конструктивно оно выполнено аналогично сетевой приставке 21В125 [2], осуществляющей питание усилителя мощности У059.

Основные технические данные 21В149

Источник питания — сеть однофазного переменного тока, В; Гц	220±22; 50
Выходное напряжение, В	24
Максимальный ток нагрузки, А	5
Погрешность выходного напряжения, %, не более	
при изменении напряжения сети на ±22 В (± 10%) и при токе нагрузки 5А	±1
при изменении тока нагрузки от 0 до 4А при номинальном напряжении сети	±3
Пульсации при максимальном напряжении сети и максимальном токе нагрузки, В, не более	0,8
Потребляемый ток при максимальном значении сетевого напряжения и номинальном токе нагрузки, А, не более	1,2
Габариты, мм	176×150×322
Масса, кг	6,5

Электрическая схема питающего устройства 21В149 приведена на рис. 7. Устройство является стабилизатором с функциональной структурой автоматических систем с регулированием по отклонениям. Исполнительный элемент системы представляют тиристоры *V3*, *V4* угол зажигания которых регулирует схема управления, состоящая из опорного источника *V17*, *V18*, транзистора *V16*, гибридного порогового тиристора *V12* (КУ106В) и трансформатора *T2* (МИТ-4В).

Силовая цепь устройства состоит из сетевого трансформатора *T1* (ТН61), комплекта неуправляемых вентилей *V5*, *V6*, управляемых вентилей *V3*, *V4* и емкостного фильтра *C1*. Полупроводниковые стабилитроны *V9*—*V11* ограничивают выходное напряжение при отключении нагрузки (режим холостого хода).

В схеме управления углом включения тиристоров *V3*, *V4* применен релаксационный генератор на гибридном пороговом тиристоре *V12*, который позволяет получить импульсы экспоненциальной формы длительностью 50—100 мкс. Необходимые параметры импульсов управления определяются параметрами элементов *C2*, *V14*, *V15*. Работа релаксационного генератора основана на периодических процессах заряда и разряда конденсатора *C2*. В те-

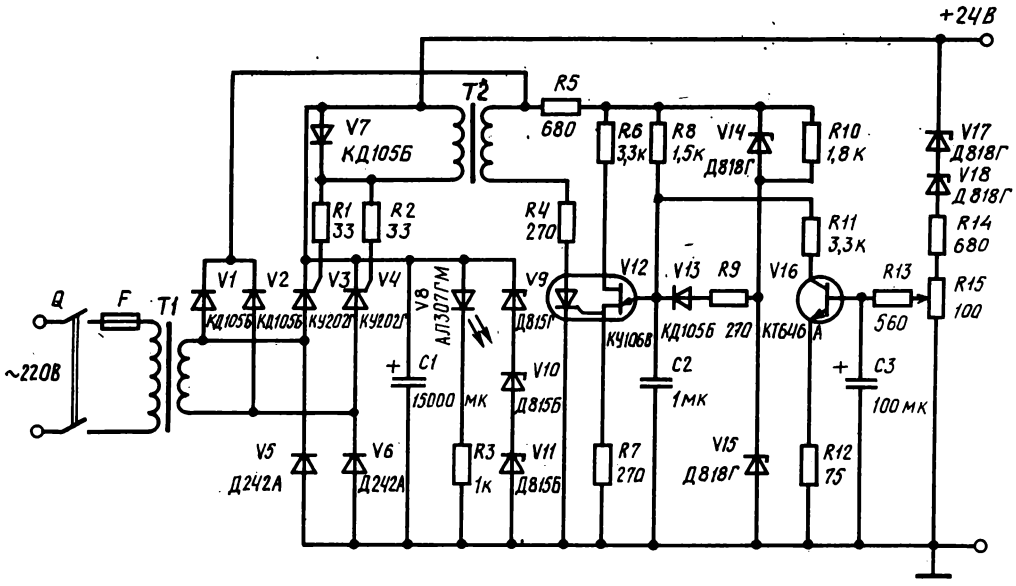


Рис. 7. Схема питающего устройства 21В149

чение времени, когда *V12* закрыт, конденсатор *C2* быстро заряжается через *R9*, *V13* до напряжения стабилизации стабилитрона *V15*, при котором *V13* переходит в закрытое состояние, а более медленный процесс заряда *C2* через резистор *R8* продолжается практически по линейному закону. Напряжение на конденсаторе *C2* передается на эмиттер тиристора *V12*, и при достижении порогового значения последний переходит в открытое состояние, при котором конденсатор *C2* быстро разряжается через сопротивление резистора *R7* и управляющую цепь маломощного тиристора. Скорость заряда *C2*, а следовательно, и угол открытия гибридного порогового тиристора и тиристоров *V3*, *V4* зависят от тока коллектора транзистора *V16*, на котором выполнен усилитель сигнала ошибки. Сигнал ошибки образуется в результате сравнения выходного напряжения питающего устройства 21В149 с напряжением задающего элемента, построенного на стабилитронах *V17*, *V18*. Напряжение ошибки снимается с нижнего плеча регулируемого резистора *R15*. Для ослабления переменной составляющей сигнала ошибки и для создания необходимого запаса устойчивости устройства служит фильтр *R13*, *C3*.

Маломощные вентили *V1*, *V2* совместно с вентилями *V5*, *V6* образуют выпрямитель, выполняющий роль синхронизирующего устройства. К концу каждого полупериода напряжение, подаваемое на тиристор *V12*, снижается до нуля. Следовательно, и в начале следующего полупериода конденсатор *C2* всегда оказывается разряженным; т. е. релаксационный генератор на *V12* всегда синхронизирован с частотой питающей сети. Тиристор *V12* совместно с импульсным трансформатором *T2* служит для формирования сигнала управления тиристоров *V3*, *V4* с требуемыми параметрами. Трансформатор *T2*, кроме того, осуществляет гальваническую развязку цепей управления *V3*, *V4* и схемы формирования сигнала ошибки. Резисторы *R1*, *R2* ограничивают ток управления тиристоров *V3*, *V4*; диод *V7* формирует импульс управления только положительной полярности.

Выходное напряжение питающего устройства стабилизируется следующим образом. При увеличении напряжения питающей сети (уменьшении тока нагрузки) выходное напряжение питающего устройства имеет тенденцию к увеличению. При этом возникает сигнал ошибки, напряжение которого подается на вход усилителя на транзисторе *V16*. Ток, протекающий через этот транзистор возрастает, что увеличивает время заряда конденсатора *C2* до порогового значения, при котором открывается тиристор *V12*. Это в свою очередь увеличивает угол включения тиристоров *V3*, *V4*, т. е. уменьшает время их открытого состояния, а следовательно, и напряжение на выходе питающего устройства 21В149, благодаря чему выходное напряжение поддерживается постоянным.

Для индикации подключения к сети питающего устройства и наличия на выходе его выходного напряжения служит светодиод *V8*, установленный на лицевой панели 21В149.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка переносного усилителя мощности 50 Вт/ /Е. А. Бессчетнов, В. Т. Котов, Ю. А. Никифоров, Э. П. Тарасов. — Техника кино и телевидения, 1981, № 1, с. 21—25.

2. Переносной усилитель мощности У059/И. В. Карпов, В. Т. Котов, Ю. А. Никифоров, Э. П. Тарасов. — Техника кино и телевидения, 1981, № 1' с. 26—29.

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

4. Тарасов Э. П., Никифоров Ю. А., Ефременко Н. Л. Устройство защиты двухтактного усилителя мощности от перегрузки Авт. свид. № 540326,— БИ, 1976, № 47.

5. Тарасов Э. П., Никифоров Ю. А., Котов В. Т. Двухтактный усилитель мощности с защитой от перегрузки. Авт. свид., № 553727. — БИ, 1977, № 13.

6. Тарасов Э. П., Клюев Ю. В. Усилитель мощности на транзисторах для контроля при записи звука. — Киноаппаратура, 1970, вып. 3, с. 42—50.

ЦКБК НПО «Экран»

ТЕХНИКА И ИСКУССТВО

Открывая новую рубрику «Техника и искусство», редакция обещала читателям, что в ней будут публиковаться и материалы зарубежного опыта, особенно опыта работы с техникой художников кино и ТВ социалистических стран. Публикуемая беседа с чехословацким оператором Ф. Ульдрихом — первый шаг в этом направлении. В дальнейшем редакция предполагает печатать материалы такого рода регулярно как в виде переводов из зарубежных изданий, так и специально подготовленные для нашего журнала.

Один из ведущих кинооператоров Чехословакии Ф. Ульдрих родился в 1936 г. Еще до окончания Кинофакультета Пражской консерватории начал работать ассистентом оператора на киностудии «Баррандов». Окончив Кинофакультет в 1963 г., в 1966 г. он снял свой первый самостоятельный фильм «Возвращение блудного сына» (реж. Э. Шорм), а всего с тех пор снял около сорока художественных и документальных кинофильмов и телефильмов.

Особое значение в творческой биографии Ф. Ульдриха имела встреча с выдающимся чешским режиссером Ф. Влачилом. Уже первый их совместный фильм «Долина пчел» (1967) оказался не только одной из вершин творчества и режиссера и оператора, но и вошел в классику чехословацкого кино. Влачил и Ульдрих сняли совместно десять художественных и документальных фильмов; почти все они отмечены национальными и международными наградами. Среди них и специальные премии за изобразительное решение документального фильма «Сириус» — на фестивале чехословацких фильмов в Брно (1976) и художественного фильма «Змеиный яд» — на Международном кинофестивале в Авелино (1982).

Ф. Ульдрих работал и работает также с многими другими уже известными и начинающими режиссерами — В. Ворличком, К. Стеклым, В. Матейкой, И. Менцелем, Г. Бочаном, К. Коваржем. В числе его работ последнего времени следует отметить награжденный Государственной премией им. К. Готвальда фильм «Сигнум Лаудис» словацкого режиссера М. Голлого (1980). Следующий фильм Голлого и Ульдриха — «Ночные всадники» (1981) недавно демонстрировался на наших экранах. На фестивале чехословацких фильмов 1978 г. Ульдрих был удостоен премии как лучший оператор года; в фестивале участвовали его фильмы «Соло для старой дамы» (реж. В. Матейка), «Ловушка для утки» (реж. К. Коварж) и «Скандал в баре «Гри-Гри» (реж. К. Стеклы). Ф. Ульдрих активно работает и над телевизионными фильмами, из последних можно назвать «Соло для трубы» (реж. Р. Ража, 1979), с большим успехом прошедший на экранах ЧССР и за рубежом и отмеченный «Золотой нимфой» в Монте-Карло, и многосерийный фильм «Хорошая вода» (реж. Ф. Филип, 1980).

Беседу киноведа А. Бехтолдовой с оператором Ф. Ульдрихом напечатал журнал «Филм а доба» (1983, № 12). С разрешения этого журнала мы публикуем ее перевод с небольшими сокращениями.

УДК 778.5(437)+791.44.071.52(437)

Кино «говорит» изображением

Существует ли у оператора что-то, что можно назвать первым принципом его творчества?

Преимущество кинематографии перед другими формами художественной коммуникации, прежде всего словесными и звуковыми, я вижу в том, что кино в принципе говорит изображением. Это означает, что язык киноизображений не должен быть подавлен диалогом, что доминантой всегда должно быть сочетание изображений. Но и при таком взгляде на вещи всегда важно с пиететом относится к драматургическому строению фильма. Стилеобразование, единство изобразительного решения должно действовать лишь в этом направлении. Операторская работа не должна навязываться, настаивать на своем, возвышаться над драматургией фильма. Она не может быть прекрасна сама по себе, т. е. формалистична. Каждый зритель, посмотрев несколько кадров фильма, сделанных формально отточенным способом, сразу же, пускай подсознательно поймет бессмысленность такого подхода и перестанет следить за действием. Поэтому погоня за формальной изобразительной экспрессией не содействует ни образованию стиля фильма, ни его философии; скорее наоборот — вредит фильму, потому что создает атмосферу неправдивости, отчуждения от авторской мысли. Однако работа опе-

ратора — не только механическая репродукция. Непосредственное восприятие действительности создает индивидуальные представления и изобразительное мышление человека. В этом смысле взгляд оператора как человека, его мировоззрение определяют его изобразительную эстетику, которая есть воспроизведение действительности, претворенной собственной жизненной позицией, а она проявляется в нашей профессии через изображение. Это и означает мыслить изображением — «так понятый мир».

Разумеется, оператор должен постоянно следить за всеми техническими новинками и не только в кино, но и на телевидении, но ни в коем случае не для формального их использования, а для развития своих творческих возможностей, своих творческих приемов во имя творческой мысли, а следовательно и своей личности.

Так же, как опасно преувеличение роли изображения, опасно и ее преуменьшение. Думаю, что наибольшая трагедия оператора — стремление понравиться режиссеру. По моему мнению, только то, что оператор приносит «сверх» режиссерской концепции, является его творческим и плодотворным участием в этой концепции во имя драматургического целого фильма.

Как в таком случае идет совместная работа режиссера и оператора после первого прочтения сценария?

Когда сценарий увлекает, когда он мне нравится, при его чтении уже подсознательно создаются определенные изобразительные «знаки», которые работают на концепцию фильма. Речь идет об отточенной, стилистически благородной композиции или о динамической камере, просто о возможностях изобразительного решения отдельных кусков. Все это объединяется, наконец, в образное представление о целом. Это и есть моя изобразительная концепция. С ней я иду к режиссеру. Если между нами дружеские отношения, дальше уже идет обсуждение, которое показывает, насколько такая изобразительная драматургия фильма стане т убеждением обоих. Затем я начинаю работать по принятому плану. Это значит — перебираю сцену за сценой: технические проблемы, оптику, способ съемки. Если в фильме играет ребенок, решаю его размещение в кадре так, чтобы камера не мешала его движению и т. п.

Вспомним, например «Сигнум Лаудис»: вводная сцена, проходящая до титров, дана в коричневом тоне сепии, как бы подчеркивая прошедшее время. Потом действие фильма, показанное динамической камерой. Оно компоновалось в серо-синем колорите, без солнца. Лишь контраст живой кожи человеческих лиц и унылости серо-синей униформы. Вроде бы немного, но именно он создавал изобразительный смысл, усиливающий драматичность всего фильма. Или «Соло для старой дамы», здесь суть была в столкновении светов и теней как столкновение памяти и современности.

Одна из черт, которые определяют почерк оператора, это способ цветового видения, использование цвета как драматического элемента. Каждый глаз — иной. Кто-то лучше видит на солнце, кто-то — в тени. Кому-то нравится один цвет, а кому-то другой. Существуют, например, три основных цвета, с которыми я в принципе не работаю: это чистые красный, зеленый и синий. Я использую их только в крайнем случае, когда они необходимы драматургически. Да отсюда же и непременный мой цветовой стиль — не броская цветастость, но скорее смещение цветовых оттенков. Это означает, если какую-то сцену вы определенным образом тонируете в определенную цветовую гармонию, зритель настраивается на вполне определенную атмосферу. В тот момент, когда вы вводите всего лишь один новый цвет, вы возбуждаете у зрителя новую эмоцию... Возбуждающее действие цвета, в конце концов, известно из живописи.

Недавно я видела фильм «Сбор винограда». Если говорить о вашей операторской работе, меня заинтересовало в ней то, что я могла бы назвать «проблемой черного».

Черное — невероятно цветосозидающе. Возле него каждый цвет сверкает и несет мысль. Мне самому черное в кино очень нравится.

Черное способно образовывать контраст, сильно действующий на чувства. А контраст — это скрытое движение. Если я вас правильно понимаю, то контраст черного и белого во всей возможной шкале промежуточных оттенков позволяет совершенно точно выявить в изображении это скрытое движение. Так ли стоял вопрос в фильме «Змеиный яд»?

Приблизительно так. Для меня черно-белая кинематография со всех точек зрения имеет большие художественные возможности. Она наиболее экспрессивна по форме и наиболее последовательна в раскрытии сути вещей как таковой. Она работает только контрастом между черным и белым, вплоть до неразличимой границы между ними, и композицией кадров, решаемых графически. Цвет, наоборот, вынуждает работать спокойней, рациональней, основываясь на комбинационной выдумке. Цвет сам по себе имеет неизменную документальную ценность, реалистическую, даже натуралистическую. Из-за массы подробностей на него трудно влиять. Это возможно в декорации, одежде; на натуре уже сложно. Разумеется, вы можете подождать необходимого времени года, подождать рассвета, заката, полуденного солнца и т. д., можете влиять на цвет техническими средствами, например фильтрами, с помощью которых можно достичь какого-то цветового искажения, но никак не воспроизведения реальности. Если этого нет в природе, вы не сможете снять весь фильм так, чтобы например, по улицам ходили зеленые люди только потому, что вам как оператору это нравится.

А в черно—белом фильме вы можете создать разнообразную шкалу ступеней серого и в декорациях и на лицах. Не случайно мировая кинематография в особых случаях обращается к черно—белому фильму.

Тема «Змеиного яда» лично для меня была интересна исключительно в черно-белом решении. В цвете она представлялась мне всего лишь банальным изобразительным штампом в рамке зимнего пейзажа, что заранее означало искажения, потому что снег, как известно, отражает цвет неба. Я настаивал на черно-белом материале. Франтишек Влачил согласился с этой концепцией и в отдельных местах переработал под нее и режиссерский сценарий. Мы ни в коем случае не думали об отрицании цветного мира. Скорее старались сделать упор на то, что изображаемое в фильме не есть реальный мир, но только наше познание, наш субъективный взгляд.

«Змеиный яд» после долгого перерыва (приблизительно восемь лет) должен был стать первым черно-белым фильмом чехословацкого производства. Это, естественно, встретило некоторое сопротивление как в кинопрокате, так и на студии. После долгих дискуссий на высшем уровне черно-белая концепция фильма была утверждена. Думаю, что не зря: тенденция мировой кинематографии, которая все чаще возвращается к черно-белому фильму, повлияла в конечном счете и на то, что «Змеиный яд» на фестивале в Авелино получил награду за неформальное изобразительное решение фильма.

Я думаю, что есть еще одна черта, характерная для вашего операторского почерка — последовательный отказ от объектива с переменным фокусным расстоянием. Раньше вы применяли его в крайних случаях, последнее время совсем не применяете.

ОПФ — это техническое изобретение, попавшее в кино благодаря телевидению. ОПФ стал для телевидения очень нужным изобразительным средством, позволяющим без движения камеры дать наезд от общего плана вплоть до детали, что позволяет многократно увеличить возможности передачи информации. Постоянное техническое совершенствование ОПФ облегчило работу с ними, их стали применять в кино. По моему мнению, использование ОПФ для наездов и отъездов ведет к «телевизации» кино, а также к избалованности. В конце концов, я уверен, что и в телевидении можно работать без ОПФ, примером может быть сериал «Хорошая вода».

Считаете ли вы, что развитие технических средств влияет на развитие художественных методов кино?

Можно констатировать, что негативная кинопленка стала во много раз чувствительнее, чем была двадцать лет тому назад. Прогресс качества цветных негативных материалов столь велик, что сегодня можно изобразить действительность в цвете даже строго документальным способом. Миниатюризировались источники света и многократно увеличился их световой поток. Были созданы новые типы объективов с большой светосилой, включая ОПФ, что позволило легко и быстро снимать в реальных интерьерах. По сравнению с прошлыми временами появилась возможность использовать предельные световые условия при натурных съемках даже в условиях поздних сумерек, в реальной городской среде при обычном ее освещении и т. д., как и возможность съемки в квартирах, в кафе, на заводах, в выставочных залах ... Как и везде, все зависит от людей, от того, как они с этими средствами работают, творчески овладевают ими. Создание освещения в рамках любого пространства, выбор объектива, движения камеры и композиции кадра становятся эстетической категорией, пускай даже и документального характера. Для содержательной изобразительной эстетики фильма важно ведь не просто определение технических возможностей, которыми мы располагаем, и не выбранная стилевая форма, но их обоснование, их субъективная ценность и степень их участия в общей концепции фильма. Это означает понимание творцами — режиссером, оператором — единства стиля, их способность выразить, изложить свои идеи изображениями, способность к претворению реальности, беспощадная и точная съемка, доводящая все до формы, которая и образует задуманный стиль фильма.

В 1981 г. вы снимали для телевидения семисерийный фильм «Хорошая вода», который с точки зрения технических возможностей видеозаписи принес много нового в использование видеотехники в кино.

Сериал «Хорошая вода» был, собственно говоря, экспериментом — впервые в Европе была применена новая технология. Заслугой Научно-экспериментального отдела Чехословацкого телевидения, работников кинопроизводства и многих других эта технология несмотря на все технические проблемы и главным образом проблемы, связанные с короткими сроками, была разработана и внедрена в практику. Мы снимали обычным киноспособом на 16-мм негатив двумя, а иногда и бо́льшим числом камер. Обработка материала в лаборатории была стандартной, но без печати текущего рабочего материала на позитив. В специальном цехе Чехословацкого телевидения негативное изображение электронным способом переводилось в позитивное изображение стандартной магнитной видеозаписи. Одновременно шла перезапись на кассеты U-matic с временным кодом для подготовки монтажа и дальнейшей обработки. Оригинальная магнитная запись имела такой же код на звуковой дорожке. При электронном переводе негативного изображения на магнитную ленту специальным корректором телекинопроектора велась цветовая, яркостная и градационная коррекция, одновременно синхронно записывался звук. При записи на кассетах обрабатывали данные временно́го кода для окончательного монтажа на монтажном комплексе EDM.

Необходимые для монтажа данные кода записывались на диски памяти, и затем монтажный комплекс автоматически вел окончательный монтаж, одновременно включая в него комбинированные съемки и надписи. Дальнейшие завершающие работы проводили уже обычным способом.

Это вкратце о технологии. Но что эта технология принесла нового?. Бесспорно — повышенное качество окончательного изображения на телевизионном экране. Разрешающую способность, которая в сравнении с позитивной копией на кинопленке или с процессом обращения оказывается гораздо выше и приближается к разрешающей способности телевизионной камеры. Цветопередача сравнима с цветопередачей ТВ тракта, а интервал яркостей намного больший. Все это означает качественный вклад в сравнении с другими, кинематографическими вариантами технологии. Заметна и экономическая выгода. Сокращение времени производства почти на пять месяцев, экономия валюты на покупку негативного и позитивного материалов (а его потребовалось бы около 150 000 м). Все это выливается в миллионы крон. Я хотел бы также отметить, что новый процесс технологии не мог бы родиться без огромной самоотверженности и энтузиазма всех работников и огромного терпения режиссера Ф. Филипа. Дело доходило до того, что вначале мы видели рабочий материал лишь через два месяца после съемки. Пробам и проверкам мы должны были посвятить не одну субботу и много свободного времени. Но все это сглаживалось хорошей атмосферой и согласием на съемках и моим постоянным сотрудничеством с режиссером и работниками Чехословацкого телевидения.

Вы добились высокого качества при проекции фильма на телеэкран. Но это и был материал, специально предназначенный для телевидения. А что чувствует оператор, который видит на экране телевизора свой фильм, предназначенный для кинотеатров?

В принципе каждый фильм, который я снял, через какое-то время попадал на телевизионный экран. Зачастую лишь в результате показа по телевидению фильм получал отклики. Хотя в этом и есть что-то положительное, сам факт такого показа мучает операторов, как ночной кошмар. Телевидение не обеспечивает абсолютно точную передачу всех световых уровней фильма (интервала яркостей, контраста черного и белого). На современном этапе развития оно не может воспроизвести то, что может кино. Это лимитирует оператора, который знает, что его фильм будет показан и по телевидению. Решение? Лучше всего было бы, вероятно, разделить все прокатные фильмы на категории: те, что показывают и на кино- и телеэкране, и те, что показывают только на киноэкране, а следовательно, не показывают по телевидению — это определяется как жанром, так и изобразительным решением. Следующая проблема возникает, когда мы обращаемся к композиции изображения. Кинокомпозиция в самой основе своей не совместима с изобразительной композицией телеэкрана. Величина экрана телевизора вынуждает к различным, иногда совсем неприемлемым компромиссам в изобразительной композиции. Необходимость считаться с тем, что фильм будет показан в кинотеатре на широком экране и сознание того, что он же будет однажды показан по телевидению, пробуждает у оператора прямо-таки «композиционное бешенство». Эта дилемма привела к последнее время к мнению, что нужно возвратиться к классическому формату, который лучше совмещается с телеэкраном. При этом, естественно, исключается возможность качественной композиции в более широком формате для кинопроката.

Вы думаете, что проблема кино — телевидение разрешима? Существует специфика двух своеобразных средств коммуникации. Я невольно вспоминаю проекты американского режиссера Ф. Копполы снять фильм с помощью видеотехники, что он и реализовал при съемках картины «От всего сердца». Проекты Копполы казались шокирующими, может быть даже абсурдными, но фирма «Сони» уже представила цветную видеосистему с качеством изображения, сравнимым с 35-мм фильмом. Коппола считает, что в будущем миниатюрные видеокамеры, дающие высококачественное изображение, будут использоваться для съемки фильмов, которые можно будет демонстрировать где угодно. «Это будет новая кинематография», — сказал он.

Отвечу вам, цитируя другого кинематографиста — С. Урусевского: «Искусство возникает, по-видимому там, где трава под солнцем начинает смеяться. Я говорю об определенном видении мира. Художник — это не просто тот человек, который держит в руках кисть и палитру, а тот, который мыслит изображениями. А сколько есть людей, которые не идут дальше того, чтобы нарисовать то, что видят; Такие вот копии делать спокойнее и проще. И потому безопаснее ...» Предложения и эксперименты Копполы могут стать условием для технического развития, но будут иметь смысл лишь тогда, когда наполнятся художественным качеством.

Видение мира связано с восприятием перспективы пространства. Как показывают ваши фильмы, вы являетесь сторонником классического изобразительного повествования на основе контраста, классической центральной изобразительной композиции, построенной на золотом сечении. При этом воздействие на зрителя достигается посредством световых, цветовых контрастов или контрастов в величине объектов в изображении. Не является ли работа над передачей пространства уже и определенной философией?

Передача пространства в кино, как и на телевидении, определяется оптикой, углами изображения.

Нужного впечатления от пространства я добиваюсь оптически, выбирая фокусное расстояние. Изменения пространства, его перегруппирования достигаю движением камеры. Использование разных объективов, движение камеры и создают ощущение пространства. Движение камеры изображает пространство реальное, конкретное; в противоположность этому применение ОПФ пространство абстрагировано. Систематическим использованием оптики с определенным фокусом можно создать замкнутое или открытое пространство. Само собой разумеется, что расчленяя пространство на разные световые уровни, я создаю иллюзию глубины. Темное пространство, наоборот, будет казаться замкнутым. Играет роль также и цветность пространства. Насыщенность цветов, чистота и яркость их оттенков может в какой-то степени растягивать, сгущать, расширять изображаемое пространство. Ощущение замкнутости, стесненности, депрессии, а главное — драматичности скорее будет создавать пространство насыщенное темными цветами, чем пространство, заполненное светом, ярко выразительное, сверкающее красками.

Поиски пространства для драматургического целого, видение пространства в изображении имеют свою этику и свою поэтику. Съемки в реальных интерьерах отражают желание творческих работников, чтобы зрители воспринимали замкнутое пространство, специфическое для данной драматургической ситуации фильма. Работу по выбору реальных интерьеров нужно вести очень тщательно, потому что технические возможности изображения реальности ограниченны и заданы техническими параметрами, которые часто нельзя изменить по своей воле.

Сегодня преобладает стремление творцов к тому, чтобы зрители не замечали технических средств, определяющих образный строй фильма, чтобы зрители думали, что они все переживают сами, без какого-либо влияния авторов. В принципе это обосновывает возврат к статичным кадрам, к общим планам, к кинематографическому классицизму, в котором активность субъекта у камеры относительно подавляется, конечно лишь в том смысле, что он ведет рассказ объективно по отношению к драматургическому строению фильма. Но он приносит и свой субъективный, индивидуальный подход к точной изобразительной композиции и последовательному единству изобразительного стиля в целом фильме. Как художник и график Влачил постиг преимущества классического изобразительного решения. Он понял, что классическая композиция и статичные кадры не исключают движения камеры, что они создают свое внутреннее напряжение, а техника их выполнения не мешает работе актеров и не снижает драматическое напряжение снимаемого момента.

Собственно говоря, мы подошли к основам вашего сотрудничества с Франтишеком Влачилом.

Влачил — человек мягкий, музыкальный, а потому необъяснимый. Его совершенство заключается в отличной подготовке к съемкам, в тщательной разработке сценария, отдельных кадров, сцен и действий актеров в соответствии с их значением. Тот, кто читал его сценарии, знает, что они написаны в стиле, приближающемся к большой литературе.

«Долина пчел» — моя первая совместная работа с Влачилом — была моим третьим самостоятельным фильмом. Мне был тогда уже 31 год. С одной стороны, я приходил в ужас от ответственности сотрудничать с режиссером, который поставил «Голубку» и «Маркету Лазареву», с другой стороны, это сотрудничество меня радовало. За очень короткое время мы нашли способ взаимопонимания, который через все расхождения и возвраты сохраняется до сих пор. После первого же прочтения сценария «Долины пчел» я влюбился в средневековье. Уже тогда Влачил хотел достичь документального характера образа средневековья. Его требования не были мне чужды, и в основном я исхожу из них и сейчас. Сегодня я не могу не признать, что Влачил повлиял на мой изобразительный стиль и мои взгляды.

В начале работы с Влачилом я все время себя контролировал, стремясь выполнить требования режиссера как можно полнее. Поэтому старался согласовать с ним композицию, крупность плана и т. п. Через некоторое время после начала съемок «Долины пчел» Влачил мне сказал: «Не загружай меня этими вещами, делай их сам». С тех пор, он, в сущности, ни разу не посмотрел в визир камеры. Изобразительный стиль фильма в целом мы всегда обсуждаем заранее и договариваемся о способе его поддержания. На самих съемках разногласий никогда не было.

Вы снимали интересные фильмы с интересными людьми. Какой фильм вам наиболее близок?

Один из самых любимых моих фильмов — «художественный документ» — «Прага конца века». Не потому, что этот фильм Влачила — документальный без актеров, а потому, что он «доставляет удовольствие глазу моему». Это был фильм, который показывал взгляд на жизнь не просто как фильм, но в изобразительном стиле конца века, который мне беспредельно близок. Нельзя, разумеется, в каждом фильме проявлять себя так «односторонне», как в этом, но во мне постоянно живет стремление вложить в каждый фильм, который я снимаю, собственную поэтику видения. Если же полного воплощения моих представлений не происходит, нарастает творческое напряжение, которое становится внутренним толчком в дальнейшей работе...

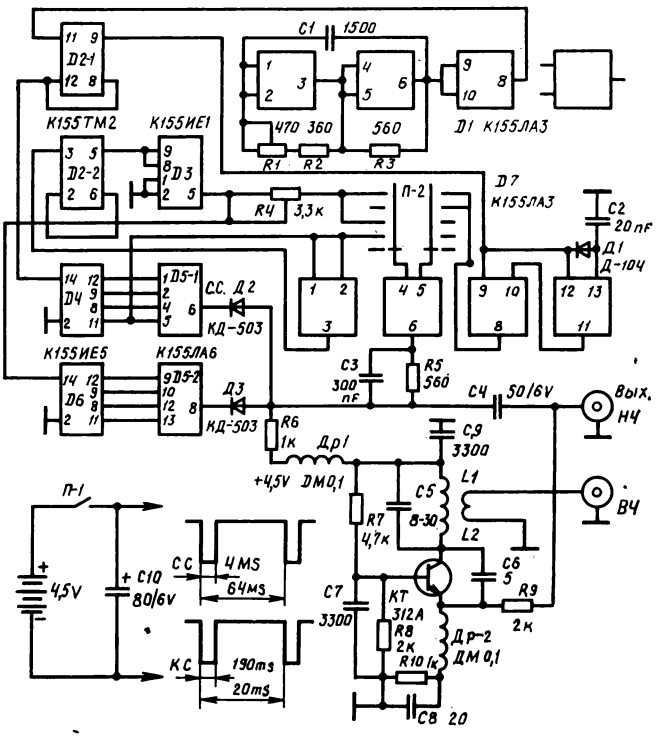
Перевод и вступительная заметка Я. Л. Бутовского

□ □ □

УДК 621.397.612

Генератор ТВ сигналов

На Херсонском РТЦ разработан генератор контрольных ТВ сигналов, который позволяет по изображению на экране кинескопа определять основные параметры цветного телевизора и если есть необходимость, то и корректировать их. Прибор имеет два выхода. Один из них обеспечивает непосредственное подключение к видеоусилителю, другой — к антенному входу телевизора. Генератор формирует на экране телевизора изображения сетчатого поля, вертикальных и горизонтальных линий черно-белого (по вертикали) перепада и серого поля. По этим изображениям можно выполнить статическое и динамическое сведение лучей, отрегулировать чистоту цвета, баланс белого, линейность по вертикали и горизонтали, устранить геометрические искажения, проверить видеоусилитель и весь тракт от антенного входа. Прибор прост в эксплуатации, обеспечивает устойчивое изображение всех выходных сигналов. При точном монтаже может работать сразу же после включения питания. Единственными элементами, требующими подстройки, являются сопротивления *R1* задающего генератора и *R4*, от которого зависит соотношение яркости горизонтальных и вертикальных линий (см. рисунок).



Прибор выполнен на семи микросхемах (МС) серии К 155 и одном транзисторе КТ 312А. На МС *D1* собран задающий генератор, вырабатывающий сигнал с частотой 500 кГц. Из этого сигнала формируются все генерируемые прибором сигналы контрольных изображений. С делителя *D 2.1* импульсы частотой 250 кГц поступают на формирователь вертикальных линий, собранный на элементах *D 7.3* и *D 7.4*, диоде *D1* и емкости *C2*. С другого выхода *МС D 2.1* импульсы поступают на делитель *D4*, обеспечивающий набор импульсов, который необходим для формирования строчных синхросигналов на МС *D 5.1*. С вывода *11 D 4* импульсы 15,62 кГц поступают через инвертор (*D 7.1*) и делитель *D 2.2* на *D 3*. Последний формирует сигналы горизонтальных линий, а также импульсы, следующие с частотой 800 Гц. Эти импульсы поступают на делитель *D6*, генерирующий набор импульсов, необходимых для формирования кадрового синхросигнала на МС *D 5.2*.

Смеситель синхросигналов выполнен на диодах *D2*, *D3* и резисторе *R6*, определяющем уровень синхросигнала. Переключатель рода работ *П2* обеспечивает коммутацию сигналов на входы смесителя *D 7.2*. С выхода смесителя сигнал поступает через корректор *R5*, *C3* на выход низкой частоты совместно с синхросмесью через *C4*. Со смесителя сигнал также поступает на эмиттер генератора высокой частоты, выполненном на транзисторе КТ 312А и колебательном контуре L_1, *C5*. Этот генератор может быть настроен на частоту любого из первых трех телевизионных каналов. Сигнал высокой частоты снимается с витка связи L_2, намотанного между витками L_1.

Генератор высокой частоты собран на элементах типа МЛТ 0,125 (резисторы *R7*—10); *КТ*, *КD* и *КМ* (конденсаторы); *DM* 0,1—40±5 % (дроссели). Катушки колебательного контура намотаны на каркас диаметром 8 мм проводом ПЭВ 0,35 с шагом 0,5 мм, содержат 11 витков, L_2 — 1 виток.

Прибор работает от батареи 3336 Л, потребляет ток 100 мА и сохраняет работоспособность до напряжения 3,5 В.

С. С. Буркацкий

Херсонский радиотелецентр

УДК 791.44.022:629.114].004.67]:658.387.4

Внедрение бригадной формы организации и оплаты труда при ремонте подвижного состава киностудии

С 1 марта 1982 г. в ремонтной мастерской автоцеха киностудии «Беларусьфильм» была введена в действие бригадная форма организации и оплаты труда с применением коэффициента трудового участия.

Были разработаны нормативы трудоемкости и расценки по каждой марке автомобиля для бригад, занимающихся техническим обслуживанием подвижного состава, в соответствии с «Положением о типовых нормативах трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава автомобильного транспорта». Нормативы трудоемкости были откорректированы с учетом сопутствующего ремонта (замена рессор прицепа, передних рессор автомашины, замена рулевых тяг, шпилек колес, стремянок рессор, тормозных накладок и др.).

При выполнении бригадного дневного задания с качеством работ, обеспечивающим безотказную работу подвижного состава в течение семи рабочих дней после технического обслуживания, рабочие бригады премируются в размере 40% условно-сдельного заработка.

При необеспечении надлежащего качества работ по техническому обслуживанию (заклинивание тормозных накладок, обрыв колодок и накладок, люфт рулевых тяг, перекос заднего моста из-за ослабления стремянок), а также крепежных, смазочных работ и т. д. премия бригаде за данный день не выплачивается.

Для бригады, занимающейся ремонтом электрооборудования, систем питания, агрегатов, моторов, реставрацией деталей и узлов, при выполнении ею месячного нормированного задания с хорошим качеством устанавливается коэффициент трудового участия 1,1.

Совет бригадиров цеха имеет право повысить отдельным членам бригады коэффициент трудового участия за высокую производительность труда (т. е. за более высокую выработку по сравнению с другими рабочими), хорошее и отличное качество произведенной работы, оперативность и инициативу, проявленные в работе. Совет может и понизить коэффициент трудового участия за некачественное выполнение ремонта, невыполнение месячного нормированного задания, низкую выработку по сравнению с другими рабочими, брак в работе, а также за нарушение правил по технике безопасности, правил поведения в общественных местах и в быту.

Внедрение бригадной формы организации и оплаты труда положительно повлияло на работу ремонтной мастерской автоцеха. Досрочно и с хорошим качеством стали выполняться планы и нормируемые задания по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава киностудии. Повысилась также производительность труда и качество ремонта и обслуживания. Если коэффициент технической готовности по автоцеху в 1981 г. составил 0,877, то в 1983 г. он достиг 0,911; коэффициент выпуска подвижного состава на линию соответственно изменился с 0,667 до 0,700. С введением бригадной формы организации и оплаты труда была укреплена и трудовая дисциплина.

К. И. Урбанович

Киностудия «Беларусьфильм»

□ □ □

УДК 621.397.61:681.772.7]:621.382

Полностью полупроводниковые телевизионные камеры

Ф. Р. Бушанский, Н. К. Миленин

Полупроводниковые матричные формирователи сигналов изображения (МФСИ) и телевизионные камеры на их основе серийно выпускаются многими ведущими зарубежными фирмами. По сравнению с ТВ камерами на передающих трубках полупроводниковые камеры имеют более слабые остаточные изображения и малые искажения типа шейдинга, обеспечивают равномерное качество изображения без расфокусировки по краям, у них нет геометрических искажений и не наблюдается прожигание светочувствительного слоя даже при интенсивном облучении, на их работу не влияют внешние магнитные и электрические поля. Такие камеры имеют небольшие размеры и массу, они вибро- и ударoустойчивы, отличаются высокой надежностью, стабильностью, большим сроком службы; например, срок службы МФСИ, определяемый в 200 000 ч, во много раз превышает срок службы передающих телевизионных трубок. Однако внедрение МФСИ в телекамеры не означает, что традиционные передающие трубки не имеют ближайшего будущего, особенно в телевизионном вещании.

Наибольшее внимание уделяется разработке и совершенствованию таких МФСИ, как матрицы приборов с зарядовой связью с кадровым (ПЗС КП) и строчно-кадровым (ПЗС СКП) переносом зарядов, а также фотодиодных (ФД) матриц.

Матрицы ПЗС и ТВ камеры на их основе

Фирма Texas Instr. разработала две матрицы ПЗС КП с одинаковым числом элементов 800×800 (1). Одна из них трехфазная, освещаемая со стороны утонченной до 8 мкм подложки, предназначена для космического телескопа, запуск которого ориентировочно планируется на 1986 г. Матрицы с утонченной подложкой считаются оптимальными для ряда космических применений, так как позволяют снизить фон, связанный с космическим излучением. Но и в наземных условиях высокая квантовая эффективность таких матриц и их малые внутренние шумы (меньше 10 электронов на зарядовый пакет при охлаждении до низких температур) привлекают все большее внимание. Например, весной 1982 г. на 5-м Паломарском телескопе с ПЗС-камерой удалось сделать первый снимок приближающейся к нашей планете кометы Галлея, когда она имела звездную величину 24. Человек невооруженным глазом может видеть звезды лишь до 6-й звездной величины, каждая из которых означает уменьшение света в 2,5 раза [2]. Другая матрица — двухфазная, с виртуальной фазой предназначена для космического корабля «Галилео», запуск которого планируется в конце 1985 г. для исследования Юпитера. Такая матрица ПЗС КП более пригодна для работы в окружающей среде этой планеты, так как менее чувствительна к ионизирующей радиации, чем матрица с утонченной подложкой.

Эти два вида матрицы уникальны и пока имеют слишком большую для полупроводниковых приборов площадь (17×17 мм), что предопределяет очень низкий процент выхода годных изделий и неприемлемо для крупносерийного производства. Поэтому в последнее время зарубежные фирмы перешли на изготовление матриц ПЗС меньших размеров, например со светочувствительной зоной 6,6×8,8 мм (как у 18-мм видикона), 4,8×6,4 мм (как у 13-мм видикона) и даже 4,2×5,7 мм (формат кадра 8-мм кинопленки), сохранив требуемое для бытового и прикладного телевидения, а иногда для видеожурналистики число элементов разложения.

Для астрономических исследований и других применений фирмой RCA на базе серийной матрицы ПЗС КП SID 52501 с числом элементов 512×320, которая используется в камере черно-белого телевидения TC1160, разработаны две новые матрицы с тем же числом элементов. Первая из них со скрытыми каналами переноса зарядов в секциях накопления и памяти и в выходном регистре имеет серийный номер SID 53601-XQ, а вторая, с утонченной до 10 мкм подложкой, SID 53612.

Переход к освещению со стороны утонченной подложки позволяет резко увеличить чувствительность в синей области видимого излучения (рис. 1), что особенно важно для камер ЦТ. С использованием матрицы ПЗС КП с утонченной подложкой фирмой RCA разработан оригинальный экспериментальный образец одноматричной камеры ЦТ с цветокодирующим светофильтром в виде периодических вертикальных триад желтых (Ye), зеленых (G) и голубых (Cy) полосок (рис. 2, а) и установленной между цветокодирующим светофильтром и матрицей ПЗС системой миниатюрных цилиндрических линз, предназначенной для уменьшения рассеяния света на поверхности матрицы и для ослабления смещения цветов от соседних ячеек светофильтра [3]; сигналы R и B формируются после предварительного временного разделения сигналов Ye, G и Cy вычитанием R= Ye—G и B=Cy—G. Отношение сигнал/шум в каналах R и B составляет 46 и 42 дБ соответственно, а в канале G 54 дБ. Яркостный сигнал формируется фильтром видеочастот. Освещенность на объекте равна 500 лк при Ö=1 : 1,8 объектива.

В последнее время фирмой RCA разработана новая матрица ПЗС КП SID 503D (512×562 эл.) со светочувствительной зоной 6,6×8,8 мм [4], а также матрица с утонченной подложкой с числом элементов по горизонтали 403 и светочувствительной зоной 4,8×6,4 мм. Макет камеры ЦТ на трех последних матрицах ПЗС при номинальной освещенности на объекте 590 лк и Ö=1 : 1,4 обеспечивает отношение сигнал/шум 65 дБ. Минимальная освещенность на объекте при включении дополнительного усиления +18 дБ равна 73 лк. Дальнейшему снижению освещенности препятствуют фиксированные помехи [5].

Для 625-строчного стандарта фирмой Thomson-CSF организовано серийное производство четырехфазных матриц ПЗС КП TH 7681 (TH 31133) с числом элементов 576×384 с обычными поликремниевыми электродами [6]. Для того же стандарта фирмой EEV серийно выпускается

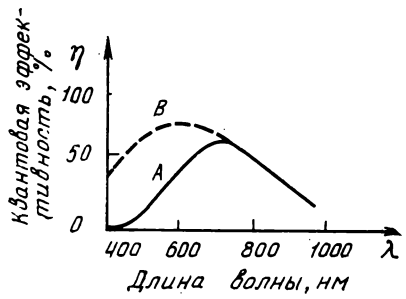


Рис. 1. Спектральная чувствительность матрицы ПЗС КП фирмы RCA при освещении с фронтальной стороны (А) и со стороны утонченной подложки (В)

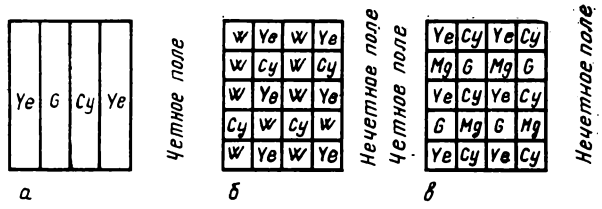


Рис. 2. Структура цветокодирующих светофильтров: *а* — при временном разделении сигналов цветности; *б* — при фазовом разделении сигналов цветности; *в* — при последовательном формировании цветоразностных сигналов через строку

трехфазная матрица ПЗС КП P8602 (576×375 эл.) с пониженным расплыванием изображения при локальных пересветках и малым уровнем шумов (отношение сигнал/шум 60 дБ). Эта матрица используется в серийной малогабаритной камере черно-белого телевидения P4300 [4]. Гибридный прибор P8650 (матрица ПЗС+ЭОП) используется в высокочувствительной камере P4301.

Фирма Sanyo разработала оригинальную двуслойную четырехфазную матрицу ПЗС КП (485×572 эл.), для образования открытых окон в которой электроды второго слоя (первой и третьей фаз) развернуты на 90° относительно электродов первого слоя (второй и четвертой фаз) [8]. Площадь вскрытых окон с решетчатыми электродами составляет 24 %, что позволяет увеличить чувствительность на волне 400 нм до 20 % от уровня на волне 600 нм. Эта матрица применена фирмой в экспериментальной одноматричной камере ЦТ при нанесении на поверхность матрицы цветокодирующего светофильтра в виде периодических триад вертикальных Ye, G, Cy полосок (рис. 2, а). Яркостный сигнал Y=R/3+G+B/3 образуется на выходе фильтра видеочастот с полосой пропускания 3 МГц, а сигналы R и B формируются после временного разделения сигналов Ye, G и Cy вычитанием, т. е. R=Ye—G и B=Cy—G (рис. 3). В отличие от экспериментальной одноматричной камеры ЦТ Videomovie фирмы Sony на двухфазной матрице ПЗС КП с узкими каналами переноса зарядов (480×570 эл.) [9] в матрице ПЗС фирмы Sanyo при рассмотренном способе формирования сигналов цветности отпадает необходимость в экранировании вертикальных разграничивающих каналов стоп-диффузии непрозрачными полосками. Разрешающая способность по горизонтали в яркостном канале 240 ТВЛ (в камере черно-белого телевидения 420 ТВЛ), минимальная освещенность на объекте 65 лк при O=1 : 1,4 и отношении сигнал/шум 35 дБ. Номинальная освещенность 300 лк при отношении сигнал/шум 45 дБ. Тактовая частота переноса зарядов из секции накопления в секцию памяти 500 кГц, в горизонтальном регистре 10,7 МГц.

ТВ камеры на матрицах ПЗС СКП

Значительно улучшены параметры матриц ПЗС со строчно-кадровым переносом зарядов. Гарантируемый световой диапазон матриц CCD221 и 222 (490×380) фирмы Fairchild увеличен с 60 : 1 до 1000 : 1 в основном за счет снижения тепловых и фиксированных шумов [10]. Матрица CCD-222 отличается от 221 тем, что предельная тактовая частота работы выходного регистра повышена до 20 МГц, что важно для телекамер, разрабатываемых для систем зрения промышленных роботов (автоматов). Эта фирма серийно выпускает одноматричную камеру ЦТ CCD-2000C и камеру черно-белого телевидения CCD-3000, в которых используется матрица CCD-221. Названные матрицы применяются также в малокадровом телевидении в сочетании с термоэлектрическими микрохолодильниками на основе эффекта Пельтье.

При локальных пересветках в матрицах ПЗС СКП возникают как расплывание изображения из-за переполнения накопительных емкостей светочувствительных ячеек (МОП-конденсаторов или фотодиодов), так и дополнительный смаз из-за продольной диффузии носителей зарядов, генерируемых в глубине светочувствительной ячейки, которые достигают столбцов вертикальных ПЗС регистров, накапливаются в них как паразитные заряды и при считывании проявляются на изображении в виде вертикальной белой полосы от ярко освещенной детали. В новых матрицах ПЗС СКП предприняты специальные меры для борьбы со смазом изображения в дополнение к стоковым каналам, которые позволяют уменьшить расплывание, но не оказывают влияния на смаз, а также и при исключении стоковых каналов.

Фирма Sony разработала новую матрицу ПЗС СКП (491×384 эл.) с обычными стоковыми каналами, смаз изображения в которой значительно уменьшен за счет увеличения сопротивления подложки и дополнительно за счет введения областей p-диффузии (p-колодцев) под вертикальными регистрами сдвига [8]. При использовании подложек с высоким сопротивлением смаз изображения уменьшается, но возникает новая проблема. В высокоомных подложках p-типа в процессе относительно низкотемпературной (460 °С) обработки увеличивается концентрация доноров. Поэтому подложка p-типа с высоким сопротивлением приобретает все более высокое сопротивление и может даже превратиться в подложку n-типа, если концентрация доноров превысит концентрацию акцепторов. Это явление носит название термического превращения

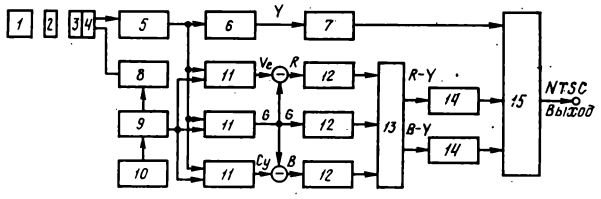


Рис. 3. Функциональная схема одноматричной камеры ЦТ с временным разделением сигналов цветности фирмы Sanyo:

1 — 18-мм вариообъектив; *2* — фильтр отсечки инфракрасного излучения; *3* — цветокодирующий полосчатый Ye, G, Cy светофильтр; *4* — матрица ПЗС КП; *5* — усилитель; *6* — фильтр видеочастот с полосой пропускания 3 МГц; *7* — формирователь яркостного сигнала; *8* — драйверы; *9* — формирователь управляющих импульсов; *10* — задающий кварцевый генератор (42,95 МГц); *11* — устройство выборки и хранения; *12* — формирователь сигналов R, G, B; *13* — матрица формирования цветоразностных сигналов; *14* — узкополосный фильтр видеочастот с полосой пропускания 0,5 МГц; *15* — кодирующее устройство по стандарту NTSC

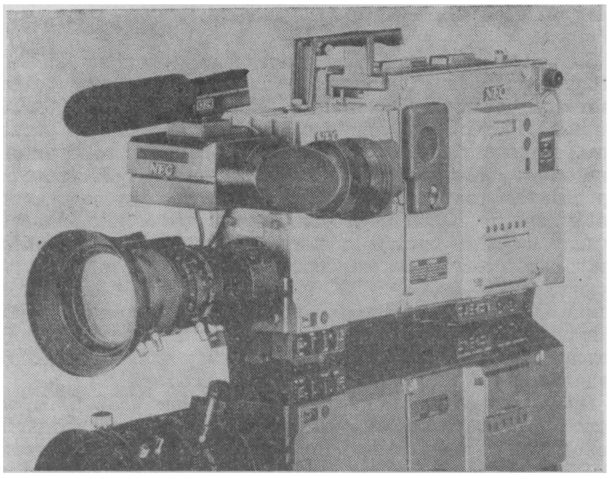


Рис. 4. Моноблочный видеокомплект фирмы NEC, состоящий из полупроводниковой камеры SP-3 и видеомагнитофона SP-IVR формата Betacam

доноров и значительно зависит от концентрации атомов кислорода в подложке. Например, названное явление не возникает в кристаллах кремния, изготовленных методом Чохральского, если концентрация атомов кислорода не превышает 10^{16} см$^{-3}$, но такие кристаллы имеют низкую механическую прочность и трудны при обработке. Фирмой Sony разработан новый метод изготовления кристаллов кремния методом Чохральского, но в сильном поперечном магнитном поле, которое подавляет конвекционные токи в расплаве кремния и сглаживает его поверхность, чем обеспечивается меньшая вероятность попадания кислорода в тигель и проникновения его в слиток. Этот метод позволяет получить кристаллы кремния с регулируемой и равномерной концентрацией кислорода. Поэтому оказывается возможным изготовление кремниевой подложки с высоким сопротивлением при исключении явления термического превращения доноров. Хотя смаз изображения при увеличении сопротивления подложки с 12 до 120 Ом/см уменьшается с 1 % до 0,2, но этого оказывается недостаточно. Поэтому на подложке p^--типа сформированы дополнительные p-области (p-колодцы) под вертикальными регистрами сдвига. Контактная разность потенциалов на границах областей p^-—p препятствует поперечной диффузии носителей зарядов и позволяет дополнительно уменьшить смаз изображения примерно на порядок.

Как и в матрице ПЗС CCD-221 фирмы Fairchild, в рассматриваемой матрице фирмы Sony в качестве светочувствительных элементов использованы МОП-конденсаторы, но с электродами из очень тонкого (10—50 нм) поликремния, что позволило увеличить чувствительность в синей части спектра. Площадь чувствительных элементов составляет ~25 % от площади матрицы. Эта матрица применена фирмой Sony в серийной одноматричной камере ЦТ CCD-G5 [8] с использованием мозаичного R, G, B светофильтра (шахматное расположение ячеек G при чередовании ячеек R и B через строку) и в камере черно-белого телевидения [11].

Фирма NEC значительно усовершенствовала свою четырехфазную матрицу ПЗС СКП с открытыми окнами и расположенными в них фотодиодами (490×384 эл.) уменьшением светочувствительной зоны с 9,6×12,8 до 6,6×8,8 мм и введением новой, вертикальной структуры для борьбы одновременно с расплыванием и смазом изображения, представляющую собой трехслойную npn-структуру с меньшей толщиной p-области и концентрацией примесей под фотодиодами, чем под вертикальными регистрами ПЗС. При обратном смещении p-слоя относительно подложки n-типа тонкая p-область под фотодиодами становится полностью обедненной, а нижняя n-область превращается в потенциальную яму, ограниченную барьерами с двух сторон, в которой собираются избыточные заряды. Их растеканию препятствует градиент концентрации примеси в p-области. Наличие обедненной области под фотодиодами способствует возникновению тянущего электрического поля, которое препятствует продольной диффузии носителей зарядов, что позволяет резко уменьшить смаз изображения (до 0,05 %). Динамический диапазон матрицы 72 дБ, внутренние шумы при комнатной температуре не превышают 65 электронов на зарядовый пакет [8, 12, 13]. Названная матрица применена фирмой NEC в нескольких разновидностях серийных камер цветного и черно-белого телевидения различного назначения.

Наилучшие параметры, имеет камера цветного ТВ SP-3 фирмы NEC. Она построена по аналогии с двухтрубочными камерами ЦТ типа G и R B [14]. В канале G, где требуется повышенная разрешающая способность, за счет оригинального построения оптической системы удалось применить две матрицы ПЗС СКП (по 490×384 эл.) вместо одной, а третья такая же матрица используется в камере R/B в сочетании с прозрачно-желтым цветокодирующим светофильтром. Поэтому разрешающая способность в яркостном канале достигает 500 ТВЛ по горизонтали. Номинальная освещенность на объекте 2000 лк при Ö=1 : 5, цветовой температуре $T_ц$=3200 К и отношении сигнал/шум 55 дБ, что находится на уровне лучших трехтрубочных камер ЦТ. Расплывание и смаз изображения не возникают, даже если локальная освещенность в 250 раз превышает номинальную. Совмещение растров высокостабильно и осуществляется механически без необходимости перенастройки по отношению к изменениям температуры в рабочем диапазоне от —20 до +45 °С. Предусмотрена возможность конструктивного объединения камеры SP-3 с кассетным видеомагнитофоном SP-IVR формата Betacam в моноблочный видеокомплект (рис. 4), суммарная масса которого равна 7 кг при массе камеры 2,7 кг.

Фирма NEC выпускает также серию прикладных камер для цветного и черно-белого телевидения. Примером может служить двухматричная камера ЦТ NC-100 типа G и R/B промышленного назначения. Диапазон рабочих температур этой камеры от —10 до +40 °С, предусмотрена внешняя синхронизация, имеется цифровой автоматический баланс белого, возможно дистанционное управление. Номинальная освещенность на объекте 1600 лк при Ö=1 : 4 $T_ц$=3200 К и отношении сигнал/шум не ниже 50 дБ.

Камера ЦТ TC-100 фирмы NEC — одноматричная с мозаичным R, G, B цветокодирующим светофильтром [15]. Она предназначена для применения совместно с бытовыми видеомагнитофонами. Камера имеет высокую чувствительность, обеспечивающую возможность съемки при минимальной освещенности 50 лк (Ö=1 : 1,4 и $T_ц$=3200 К). Стандартная освещенность при тех же условиях 250 лк, отношение сигнал/шум 46 дБ. Применение первичных (R, G и B) цветов в ячейках цветокодирующего светофильтра обеспечивает хорошую цветопередачу даже при низкой освещенности на объекте, когда однотрубочные камеры ЦТ формируют практически бесцветное изображение. Камера имеет сенсорный автоматический цифровой баланс белого. Конденсаторная память в течение 8 ч после отключения питания хранит параметры режима. Камера готова к работе через 1 с после включения питания. Шестикратный вариообъектив с электроприводом обеспечивает возможность съемки с расстояния до 4 мм. Масса камеры 2,3 кг включая видоискатель массой 0,4 кг.

Камера черно-белого телевидения VCI-B106 фирмы NEC предназначена для промышленного и научного применения. Возможно накопление зарядов в течение длительности как кадра (считывание зарядов через строку в каж-

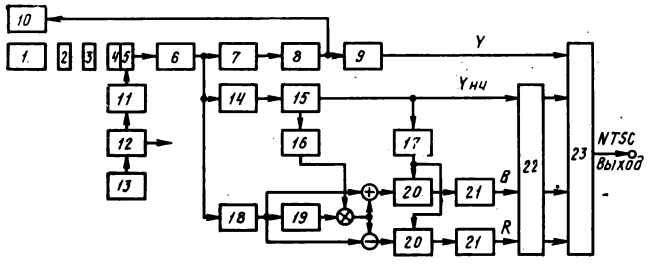


Рис. 5. Функциональная схема одноматричной камеры ЦТ с фазовым разделением сигналов цветности фирмы Toshiba:

1 — 18-мм вариообъектив; *2* — оптический фильтр нижних пространственных частот; *3* — сине-зеленый фильтр отсечки инфракрасного излучения; *4* — мозаичный W, Cy, Ye цветокодирующий светофильтр; *5* — матрица ПЗС СКП; *6* — видеоусилитель; *7* — широкополосный фильтр видеочастот с полосой пропускания 3 МГц; *8* — формирователь яркостного сигнала; *9* — горизонтальный апертурный корректор; *10* — привод диафрагмы объектива; *11* — драйверы; *12* — формирователь управляющих и синхронизирующих импульсов; *13* — задающий генератор; *14* — узкополосный фильтр видеочастот с полосой пропускания 0,5 МГц; *15* — формирователь узкополосного сигнала яркости; *16* — вертикальная коррекция; *17* — коррекция амплитудной характеристики; *18* — полосовой фильтр с полосой пропускания 3,58±0,5 МГц; *19* — линия задержки на длительность строки; *20* — гамма-корректор; *21* — демодулятор; *22* — формирующая матрица; *23* — кодирующее устройство

дом поле), так и поля (считывание зарядов одновременно с двух соседних строк). Разрешающая способность по горизонтали 280 ТВЛ, по вертикали 350 при накоплении полей и 480 ТВЛ при накоплении кадров. Минимальная освещенность на объекте 5 лк при $\ddot{O}=1:1,4$, T =3200 К и отношении сигнал/шум 46 дБ. Масса камеры около 500 г без объектива. Более чувствительные камеры черно-белого телевидения промышленного назначения типа TI-21A (универсальная камера неразъемной конструкции) и TI-25A (разъемная с вынесенной сверхмалогабаритной камерной головкой) имеют следующие технические параметры: освещенность на объекте равна 2 лк при отношении сигнал/шум 50 дБ для первой камеры и 4 лк при отношении сигнал/шум 47 дБ для второй камеры, разрешающая способность по горизонтали у них не менее 280 ТВЛ, а по вертикали 480 при накоплении кадров и 380 ТВЛ при накоплении полей, диапазон рабочих температур от —10 до +50 °С, возможны внешняя синхронизация, коммутация гамма-характеристики и коммутация усиления. Масса камеры TI-21A равна 850 г. Камера TI-25A включает камерную головку массой 90 г и дополнительный блок управления массой 2,5 кг.

Фирмой NEC уже создана экспериментальная матрица ПЗС СКП с удвоенной плотностью расположения элементов по горизонтали, что дало возможность получить требуемое для вещания число элементов 490×768. Площадь светочувствительных окон с npn-фотодиодами достигает 40 % от площади элементов матрицы, чувствительность которой 85 мА/Вт на волне 550 нм. Уровень шумов равен 48 электронов на зарядовый пакет, разрешающая способность по горизонтали достигает 560 ТВЛ [16].

Фирма Toshiba на основе своей матрицы ПЗС СКП с общим числом элементов 500×400 (включая и затененные для формирования опорного уровня черного) разработала оригинальную одноматричную камеру ЦТ, функциональная схема которой аналогична схеме однотрубочной камеры ЦТ с фазовым разделением сигналов цветности (рис. 5) [8, 17]. Цветокодирующий светофильтр (рис. 2, б) разработан с учетом особенностей считывания зарядов в матрицах ПЗС СКП и состоит из прозрачных (W=R+ +G+B), желтых (Ye=R+G) и голубых (Cy=B+G) ячеек. Все ячейки светофильтра пропускают зеленую составляющую светового потока, чем обеспечена повышенная разрешающая способность в яркостном канале. Сигнал яркости с номерами 2+3, 4+5 и т. д. формируется на выходе фильтра видеочастот и оказывается пропорциональным Y=0,3R+0,4G+0,3B. На выходе полосового фильтра выделяется промодулированная по амплитуде сигналами R и B поднесущая частота 3,58±0,5 МГц (при тактовой частоте в выходном регистре 7,16 МГц). При выбранном цветокодирующем светофильтре (рис. 2, б) фаза поднесущей частоты для сигнала B при переходе от строки к строке остается неизменной, а для сигнала R изменяется на 180°. Поэтому, если на выходе полосового фильтра сложить сигналы двух соседних строк, то выделится составляющая сигнала B, а сигнал R будет подавлен. Наоборот, при вычитании сигналов двух соседних строк (с учетом отмеченных особенностей их формирования при накоплении полей) будет выделена составляющая сигнала R, а сигнал B будет подавлен. Разрешающая способность камеры ЦТ по горизонтали равна 250 ТВЛ, а по вертикали 380, отношение сигнал/шум 46 дБ. В камере используется миниатюрный вариообъектив с трехкратным изменением фокусного расстояния и $\ddot{O}=1:1,8$. Масса камеры 560 г, потребляемая мощность 2 Вт, минимальная освещенность на объекте 50 лк. Эта камера применена фирмой Toshiba в сверхминиатюрном моноблочном видеокомплекте (камера ЦТ+видеомагнитофон), масса которого вместе с батареей 1,5 кг, потребляемая мощность 6 Вт. Видеомагнитофонный блок комплекта наклонно-строчный с двумя азимутальными вращающимися головками. Никель-кадмиевая батарея обеспечивает непрерывную запись в течение 30 мин.

Матрица ПЗС СКП (490×380 эл.) применена фирмой Toshiba в серийной камере черно-белого телевидения TM1300 промышленного назначения. В ее вертикальных четырехфазных регистрах использованы скрытый канал переноса зарядов с широким динамическим диапазоном. В горизонтальном двухфазном регистре применен также скрытый канал, пригодный для высокоскоростного переноса зарядов. Имеется сток переполнения для сброса избыточного заряда из фотодиода, что ограничивает растекание зарядов. Для существенного ослабления вертикального смаза изображения применено специальное устройство (быстрый перенос паразитных зарядов из вертикальных регистров перед вводом в них полезных зарядов). Разрешающая способность камеры 280 ТВЛ по горизонтали и 480 по вертикали. Минимальная освещенность на объекте 10 лк при $\ddot{O}=1:1,4$, потребляемая мощность 1,8 Вт. Размеры камеры 57×80,5×98 мм, масса 450 г. Размеры блока питания 44×77,5×75,5 мм, масса около 500 г. Камера может работать в диапазоне температур от —10 до +50 °С при относительной влажности 30—90 %.

Фирмой Toshiba реализован также оригинальный способ удвоения разрешающей способности по горизонтали матрицы ПЗС СКП с числом элементов 490×380 установкой ее на пьезокристалле, который под действием периодического управляющего напряжения механически перемещает (качает) всю матрицу по горизонтали при переходе от поля к полю на половину шага расположения элементов сначала влево, а затем вправо. При соответствующей обработке выходного сигнала разрешающая способность по горизонтали возрастает до 500 ТВЛ [8].

Фирма Matsushita разработала четырехфазную матрицу ПЗС СКП с числом элементов 502×379 (с учетом затененных 502×402) с фотодиодами, горизонтальными стоками переполнения и вертикальной структурой с переменной толщиной p-области для борьбы со смазом изображения;

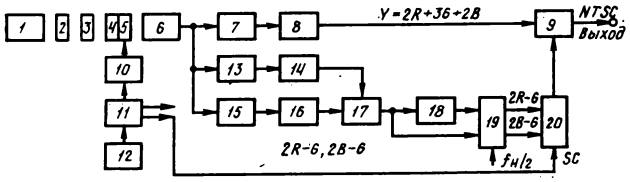


Рис. 6. Функциональная схема одноматричной камеры ЦТ с последовательным формированием цветоразностных сигналов через строку фирмы Matsushita:

1—18-мм вариообъектив; *2* — фильтр отсечки инфракрасного излучения; *3* — кристаллический фильтр нижних пространственных частот; *4* — мозаичный Ye, Cy, Mg, G светофильтр; *5* — матрица ПЗС СКП; *6* — видеоусилитель; *7* — широкополосный фильтр видеочастот с полосой пропускания 3 МГц; *8* — формирователь широкополосного яркостного сигнала; *9* — гамма-корректор и сумматор; *10* — драйверы; *11* — формирователь импульсных последовательностей; *12* — задающий генератор с частотой 14,31818 МГц (четвертая гармоника цветовой поднесущей); *13* — узкополосный фильтр видеочастот с полосой пропускания 0,6 МГц; *14* — формирователь; *15* — полосовой фильтр с полосой пропускания 3,58±0,5 МГц; *16* — демодулятор; *17* — устройство баланса белого; *18* — линия задержки на длительность строки; *19* — коммутатор задержанного и незадержанного сигналов; *30* — балансный модулятор

светочувствительная зона примерно такая же, как и у 18-мм видиконов. Данная матрица применена в одноматричной камере ЦТ с последовательным формированием цветоразностных сигналов через строку, функциональная схема которой приведена на рис. 6. Цветокодирующий светофильтр (рис. 2, в) при накоплении полей состоит из желтых (Ye), зеленых (G), голубых (Cy) и пурпурных (Mg=B+R) ячеек. Сигнал яркости формируется фильтром видеочастот с полосой пропускания 3 МГц: Y=(Ye+Mg)+(Cy+G)=(Ye+G)+(Cy+Mg)=2R+3G+2B. Чередующиеся по строкам цветоразностные сигналы C_n=(Ye+Mg)—(Cy+G)=2R—G и C_{n+1}=(Cy+Mg)—(Ye+G)=2B—G формируются на выходе полосового фильтра (3,58±0,5 МГц) детектором. Непрерывные цветоразностные сигналы 2R—G и 2B—G получаются построчной коммутацией задержанного на длительность строки и незадержанного исходных сигналов. Отношение сигнал/шум в канале яркости 50 дБ, а в канале 2R—G 44 дБ. Разрешающая способность по вертикали 350 ТВЛ, по горизонтали 240. Минимальная освещенность на объекте 120 лк при $\bar{0}$=1:2 и $T_ц$=3200 К.

Фирма Matsushita разработала также гибридную матрицу ПЗС (СКП+КП) с числом элементов 500×404, светочувствительная зона которой уменьшена до 4,32×5,73 мм, т. е. примерно до размера кадра кинопленки Super-Eight (4,2×5,7 мм). Для снижения расплывания и смаза изображения при локальных пересветках здесь используется npn-структура с меньшей толщиной p-области под светочувствительными фотодиодами. Горизонтальные стоки переполнения исключены, но введена дополнительная секция памяти, такая же, как и в матрицах ПЗС КП [8]. Считывание зарядов из секции накопления производится в два этапа. Сначала во время обратного хода кадровой развертки быстро (с частотой 0,5—1 МГц) очищают столбцы вертикального регистра, перенося накопившиеся в них паразитные заряды в стоковые элементы специальной межсекционной строки. Затем (также во время обратного хода кадровой развертки) быстро переносят накопленные в фотодиодах заряды через очищенные вертикальные регистры в нижнюю секцию памяти. Дальнейший построчный перенос зарядов из секции памяти в выходной регистр осуществляют во время обратного хода строчной развертки, как и в матрицах ПЗС КП. Гибридная матрица позволяет отсечь паразитные заряды от полезных и тем самым резко уменьшить смаз изображения. Ее предполагается использовать в ТВ камерах совместно с малогабаритными и дешевыми вариообъективами, которые разработаны для бытовых 8-мм кинокамер. Экспериментальная ТВ камера на такой матрице обеспечивает отношение сигнал/шум 55 дБ при освещенности на объекте 300 лк [18].

Фирма Matsushita продолжает совершенствовать свои матрицы ПЗС СКП с вынесенным на лицевую поверхность светочувствительным слоем из $ZnSe\text{-}Zn_{1-x}Cd_xTe$. Разработаны две матрицы с разными размерами светочувствительной зоны: 6,8×9,2 и 4,8×6,4 мм, но с одинаковым числом элементов 506×404, включая затененные непрозрачной маской для получения эталонного сигнала черного, вертикальные регистры двухфазные. Контакт между фотослоем и ПЗС регистрами осуществлен через островки металла по одному на каждый элемент. Накапливаемые в вынесенных на лицевую поверхность гетеродиодах заряды инжектируются в регистры ПЗС на обратном ходу кадровой развертки после предварительного сброса избыточных зарядов. Чтобы свет не проникал вглубь полупроводника через зазоры между островками металла, над этими зазорами в матрице со светочувствительной зоной 6,8×9,2 мм нанесена дополнительная экранирующая сетка, которая позволила увеличить динамический диапазон на порядок (до 1000:1). Площадь светочувствительной поверхности при наличии экранирующей сетки составляет 56% от общей площади элементов матрицы [8, 19, 20]. Одноматричная камера ЦТ на этой матрице обеспечивает отношение сигнал/шум 46 дБ при освещенности на объекте 100 лк и $\bar{0}$=1:1,4. Даже при освещенности, в 5000 раз превышающей уровень насыщения, камера сохраняет работоспособность. Это значительно лучше, чем в камерах на передающих трубках.

Фирмой Sharp серийно выпускается матрица ПЗС СКП LZ22187 с числом элементов 488×386 и разработана матрица с числом элементов 590×480, в которой применены объемные стоки для отвода избыточных зарядов. Оригинальная матрица ПЗС СКП RGS-4 (300×200 эл.) с так называемыми резистивными затворами производится фирмой Philips (Valvo) [8, 21].

ТВ камеры на фотодиодных матрицах

В разработке и производстве ФД матриц лидирующее положение занимают фирмы Hitachi и Matsushita.

Фирмой Hitachi для 525-строчного стандарта серийно изготовляются ФД матрицы HE97211 с числом n+p фотодиодов (элементов) 244×320; HE98221 и HE98222 с числом n+pn фотодиодов 485×384, а для 625-строчного стандарта ФД матрицы HE98223 и HE98224 с числом n+pn фотодиодов 577×388, из которых 14 на каждой строке изолированы от света непрозрачной маской для получения опорного уровня черного. Матрица HE97211 используется, например, в прикладных камерах черно-белого телевидения KP-120, KP-220 и KV-12. Эти камеры не дают геометрических искажений, остаточных изображений и не имеют прожигания светочувствительного кремниевого слоя даже при интенсивном облучении. Минимальная освещенность на объекте 5 лк при $\bar{0}$=1:1,4 и $T_ц$=3200 К. Разрешающая способность по вертикали 190 ТВЛ по горизонтали 240. Масса камеры 1,2 кг, размеры 70×62×145 мм, потребляемая от сети мощность 8 Вт [8].

На поверхность матрицы HE98221 с ортогональным расположением элементов нанесен мозаичный Cy, Ye, G, W светофильтр. Она применена в одноматричной камере ЦТ VK-C3000 [22]. Камера VK-C3000 не дает геометрических искажений, обеспечивает достоверную цветопередачу. Отношение сигнал/шум 46 дБ, номинальная освещенность на объекте 2000 лк, минимальная освещенность 100 лк, автоматическое регулирование чувствительности в диапазоне освещенностей 100—100 000 лк. В камере приме-

нен вариообъектив с шестикратным изменением фокусного расстояния и механизмом для макросъемки с расстояния до 1 см. Возможна установка теле- и широкоугольного объектива. В камере предусмотрена система автофокусировки, которая работает по принципу отыскания максимума энергии ВЧ-компонент видеосигнала и выполнена на базе микропроцессора. Эта система сохраняет работоспособность во всем диапазоне дальностей (вплоть до 1 см) и шестикратном изменении фокусного расстояния. Использование для фокусировки видеосигнала исключает параллакс, уменьшает остаточную погрешность фокусирования и обеспечивает высокую точность. Баланс белого также полностью автоматизирован. Автоматическая регулировка баланса белого производится по сигналам специального датчика цветовой температуры, который состоит из двух фотодиодов, обладающих селективной спектральной чувствительностью в синей и красной области видимого излучения. Баланс белого автоматически поддерживается при изменении цветовой температуры в широком диапазоне — от облачного неба до лампы с вольфрамовой нитью накала. Камера входит в стационарный режим через 0,5 с после включения, имеет механизм дистанционного управления портативным видеомагнитофоном. Конфигурация камеры приспособлена для съемки с плеча. Разрешающая способность 350 ТВЛ по вертикали и 260 по горизонтали. Масса камеры 2,1 кг, размеры 198×340×398 мм, питание от батареи 12 В, потребляемая мощность 5,8 Вт. В модернизированной камере VK-C3400 минимальная освещенность на объекте снижена до 50 лк, масса этой камеры 2,5 кг, размеры 200×203×344 мм, потребляемая мощность 6,7 Вт, разрешающая способность по горизонтали 280 ТВЛ. В ней применен полосчатый R, G, B светофильтр [23].

Особенностью матрицы HE98222 является шахматное расположение элементов. Поэтому при пространственной интерполяции, т. е. при параллельном считывании сигналов одновременно с двух строк на отдельные выходы и последующем суммировании этих сигналов со сдвигом во времени на половину длительности элемента (70 нс), удается увеличить разрешающую способность по горизонтали вплоть до 500 ТВЛ. Светочувствительные n+pn фотодиоды в этой матрице занимают только 38% от общей площади ее элементов. Поэтому она уступает по чувствительности 18-мм плюмбиконам.

Матрица HE98222 применена фирмой Hitachi в трехматричной камере ЦТ SK-1, которая предназначена для видеожурналистики и промышленного применения. Эта камера обладает всеми преимуществами полупроводниковых камер: небольшие размеры 100×218×266 мм и масса 8,2 кг (включая видоискатель), малая потребляемая мощность 8 Вт при питании от батареи 12 В, очень большой срок службы, высокая надежность, отсутствие прожигания светочувствительного слоя, остаточного изображения и геометрических искажений, защищенность от влияния внешних магнитных полей, вибро- и ударостойкость, быстрый пуск. Применение трехматричной системы R, G, B с дихроической призмой обеспечивает достоверное воспроизведение цвета. Высокая точность приклеивания ФД матриц к граням призмы обеспечивает точное совмещение. С камерой могут быть использованы существующие 18-мм объективы репортажных камер ЦТ. Имеются автоматический баланс белого и черного (с цифровой памятью), принудительная синхронизация, дополнительное усиление +6 и +9 дБ. Разрешающая способность по горизонтали не менее 450 ТВЛ, отношение сигнал/шум в канале яркости не ниже 49 дБ при номинальной освещенности на объекте 2000 лк и $\ddot{0}=1:3,5$ (в первых образцах при $\ddot{0}=1:2,8$). Диапазон рабочих температур от —20 до +45 °С. Камера SK-1 совместно с портативными видеомагнитофонами используется в моноблочных видеокомплектах SR-1 и SR-10.

Для 625-строчного стандарта фирмой Hitachi разработаны две ФД матрицы HE98223 и HE98224 с одинаковым числом активных элементов 577×374, которые расположены в шахматном порядке со сдвигом элементов при переходе от строки к строке на половину шага их расположения.

Матрица HE98223 предназначена для одноматричных камер ЦТ и отличается от HE98224 тем, что на ее лицевую поверхность дополнительно нанесен органический W, Cy, Ye цветокодирующий мозаичный светофильтр; она используется, например в одноматричной камере ЦТ VK-C2000E [8, 24]. В матрице HE98223 одновременно считываются две строки (в первом поле 1 и 2, затем 3 и 4 строки и т. д., а во втором поле 2 и 3, затем 4 и 5 строки и т. д.) на раздельные выходы S_1 и S_2. На втором выходе включена внешняя линия задержки на 70 нс, т. е. на половину длительности элемента разложения. Яркостный сигнал формируется как сумма задержанного сигнала S_2 и исходного сигнала S_1 с последующей фильтрацией и оказывается равным $Y=W+Ye+Cy=2R+3G+2B$. Сигналы R и B формируются после предварительного временного разделения сигналов W, Cy и Ye по правилу $R=W-Cy$ и $B=W-Ye$. Пространственная интерполяция элементов позволила увеличить разрешающую способность по горизонтали в яркостном канале до 320 ТВЛ, что достаточно для бытовых камер ЦТ системы PAL. Номинальная освещенность на объекте 2000 лк при $\ddot{0}=1:2,8$ и отношении сигнал/шум 46 дБ. Отношение сигнал/фиксированная помеха 52 дБ, минимальная освещенность на объекте 100 лк. В камере применен направленный микрофон, электронный видиоскатель, вариообъектив с шестикратным изменением фокусного расстояния ($0=1:1,4$, $f'=12,5$—75 мм). Масса камеры 1,8 кг, размеры 176×288×298 мм (с ручкой), расход электроэнергии 5,3 Вт.

Фирма Hitachi для одноматричных камер ЦТ разработала также экспериментальную гибридную ФД матрицу

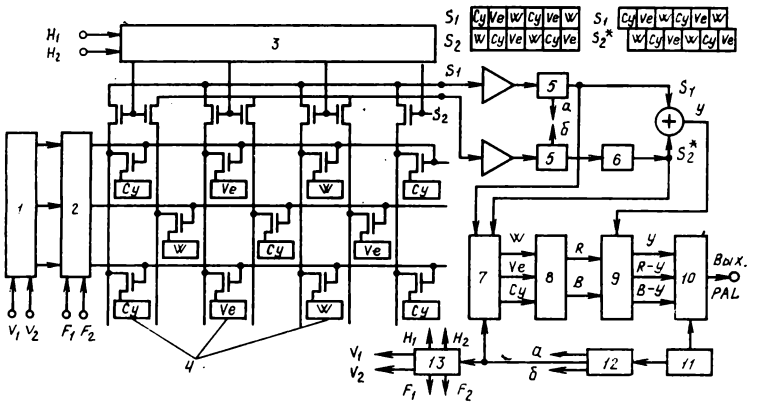


Рис. 7. Формирование сигналов яркости и цветности в одноматричной камере VK-C2000E:

1 — вертикальный МОП регистр сдвига; *2* — устройство получения импульсов чересстрочной развертки; *3* — горизонтальный МОП регистр сдвига; *4* — ячейки цветокодирующего мозаичного W, Cy, Ye светофильтра, расположенные над светочувствительными фотодиодами; *5* — устройство устранения фиксированных помех; *6* — линия задержки на половину длительности элемента разложения, 70 нс; *7* — устройство временного разделения сигналов W, Ye, Cy; *8* — устройство формирования сигналов R, B; *9* — матрица формирования яркостного и цветоразностных сигналов; *10* — кодирующее устройство системы PAL; *11* — синхрогенератор; *12* — генератор импульсов; *13* — устройство формирования импульсов, предназначенных для управления ФД матрицей

(485×384 эл.) с нанесенным на ее поверхность отдельным фотослоем из высокоомного гидрогенизированного (обработка в парах водорода) аморфного кремния α-Si:H толщиной 5 мкм. Поверх фотослоя дополнительно нанесен органический мозаичный RGB светофильтр (в четных строках чередуются ячейки RGRGRG, а в нечетных — ячейки GBGBGB и т. д.). Фотовозбужденные носители зарядов накапливаются в течение полукадра в фотослое, а во время обратного хода кадровой развертки накопленные заряды одновременно переносятся в соответствующие потенциальные ямы n^+p-диодов, из которых они считываются на три разделенных для сигналов R, G, и B выхода обычным для ФД матриц способом [25]. Пересветка до 250 раз не создает расплывания изображения.

Отличительной особенностью оригинальных ФД матриц является то, что в них используется выходной регистр на ПЗС, сочлененный с ФД матрицей через специальное переходное устройство с подкачкой вспомогательного заряда. Серийно выпускаются CPD матрицы MN8201 (256×404 эл.), MN8210 (488×378 эл.) и MN8210F с тем же числом элементов и нанесенным на ее поверхность мозаичным Ye, G, Mg, Cy цветокодирующим светофильтром [8, 26]. Матрица MN8201 использована в камере черно-белого телевидения WV-CD10 и (при размещении на ее поверхности цветокодирующего светофильтра) в одноматричной камере ЦТ WV-CD100A. Помимо обычных преимуществ полупроводниковых камер (отсутствие прожигания и остаточного изображения, защищенность от влияния электрических и магнитных полей, вибро- и ударостойкость, малые размеры и масса, большой срок службы) камеры на CPD матрицах сочетают в себе широкий динамический диапазон камер на МОП-структурных матрицах и малый уровень шумов камер на матрицах ПЗС. Обе камеры построены в виде раздельных (соединяемых кабелем) камерной головки и блока управления, которые могут быть удалены друг от друга на расстояние до 200 м. В камере ЦТ используется последовательное формирование цветоразностных сигналов через строку. Цветопередача хорошая, баланс белого может осуществляться дистанционно с блока управления. Цветовая температура регулируется в диапазоне 2800—7000 К без сменных светофильтров. Камера WV-CD10 с фильтром отсечки инфракрасного излучения может работать при минимальной освещенности 10 лк, рекомендуемая освещенность на объекте 100 лк ($\ddot{0}$=1:1,4), разрешающая способность в центре изображения 280 ТВЛ по горизонтали и 190 по вертикали, отношение сигнал/шум 46 дБ, рабочий диапазон температур от —10 до +50 °С, масса около 0,6 кг, размеры 69×60×120 мм. Камера ЦТ WV-CD100A работает при минимальной освещенности на объекте 100 лк ($\ddot{0}$=1:1,4), номинальная освещенность на объекте 1200 лк ($\ddot{0}$=1:2,8), разрешающая способность в центре изображения по горизонтали 250 ТВЛ, по вертикали 190, отношение сигнал/шум в канале яркости 46 дБ (без гамма-коррекции), рабочий диапазон температур от —10 до +40 °С, масса около 0,8 кг, размеры (без объектива) 69×60×196 мм.

CPD матрица MN 8210 применена в камере черно-белого телевидения BS-703. При номинальной освещенности на объекте 150 лк отношение сигнал/шум равно 46 дБ, пороговая освещенность 10 лк, разрешающая способность по горизонтали 280 ТВЛ. На базе CPD матрицы MN8210F создан образец одноматричной камеры ЦТ, разрешающая способность которой по вертикали и горизонтали равна 350 и 250 ТВЛ соответственно, номинальная освещенность на объекте 300 лк при $\ddot{0}$=1:1,4 и $T_ц$=3200 К, отношение сигнал/шум 54 дБ [8].

Фирма General Electric серийно выпускает матрицы приборов с инжекцией зарядов, например с числом элементов 244×248 (размер кристалла 9×11 мм). Эта матрица используется в прикладной ТВ камере черно-белого телевидения TN-2500 с аналоговым и совместимым с ТТ логикой параллельным 8-разрядным цифровым выходами видеосигнала. Камера состоит из камерной головки размером 79×76×55 мм и дополнительного блока управления и преобразования сигнала в цифровую форму. Экспериментальные матрица с инжекцией зарядов (100×100) и ФД матрица (206×232 эл.) разработаны также фирмой Siemens [27].

Таким образом, многие ведущие зарубежные фирмы приступили к серийному производству полупроводниковых МФСИ и ТВ камер на их основе различного назначения, в том числе и для видеожурналистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Solid state imagers for astronomy. — Proc. SPIE, 1981, N 290.
2. Абраменко А. Н., Прокофьева В. В., Токовинин А. А., Тиндо И. П. Телевизионная астрономия. — М.: Знание, 1983.
3. Knop K. Color TV camera using a single solid state image sensor. — Proc. SPIE, 1980, N 236, p. 441.
4. Solid state imagers. — Electro Optics, 1982, **12**, № 42, p. 7—8.
5. Bolewski M. Montreux 1983 — mehr Fragen Antworten. — Fernseh- und Kino-Technik, 1983, N 6, S. 239.
6. Broadman C. M., Blaumoutier M. A 576×384 element CCD image sensor. — Intern. Broadcast Eng., 1983, **14**, N 189, p. 86.
7. Electron actual, 1982, **17**, N691, p. 60.
8. Solid state camera technology. J. Inst. Telev. Eng. Jap., 1983, **37**, N 10.
9. Миленин Н. К. Цветные ТВ камеры на твердотельных формирователях сигналов изображения. — Техника кино и телевидения, 1983, № 3, с. 56—65.
10. Фотоматрица 490×380 элементов, ее модификации и применение. — Техника кино и телевидения, 1983, № 10, с. 76.
11. Miniatur Kamera mit CCD-Bildaufnehmer. — Elektronik, 1983, N 11, S. 156.
12. Ishihara Y. et al. Interline CCD image sensor with an anti blooming structure. — ISSCC digest of technical papers, 1982, p. 168.
13. Предупреждение расплывания в ТВ фотоматрицах. — Техника кино и телевидения, 1983, № 9, с. 68—69.
14. Миленин Н. К. Портативные одно- и двухтрубочные камеры цветного телевидения. — Техника кино и телевидения, 1983, № 7, с. 57—66.
15. Major advance in home VCR with new CCD camera TC-100. — NEC News, 1982, N 96, p. 3.
16. Oda E. et al. A CCD image sensor with 768×490 pixels. — ISSCC, Digest of technical papers, 1983, p. 516.
17. Takizawa Y. et al. IEEE trans on consumer electronics, 1983, **CE-29**, N 3, p. 358.
18. ПЗС камера с уменьшенной площадью формирования изображения. — Электроника, 1983, № 28, с. 127.
19. Chikamura T. et al. IEEE trans on electron devices, 1983, **ED-30**, N 10, p. 1386.
20. Terui T. et al. A CCD device having a ploss structure, IEDM. — Techn. Digest, 1981, p. 487.
21. CCD-sensor für Videokamera. — Funkschau, 1983, N2, S. 49.
22. Hitachi rev., 1983, **32**, N 3, p. 117.
23. MOS-Bildsensor. Farbvideokamera. — Das Elektron, 1983, N9, S. 223.
24. Farbvideokamera VK-C200E1 — Funk-Technik, 1983, N 1, S. 21.
25. Tsukada T. et al. — IEDM, 1981, p. 479.
26. Terakawa S. et al. IEEE Electron Device Letters, 1980, **EDL-1**, N5, p. 86.
27. Koch R. Flächenhafte Halbleiter-Bildsensoren. — Rundfunktechn. Mitteil., 1983, **5**, S. 214.

РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

Телевидение

УДК 621.397.61

Монитор с новыми функциональными возможностями видеомонтажа, Тэрэбидзен, 1984, **38**, № 1.

Японская фирма «Асака» выпустила монтажный монитор AEV-300, демонстрирующий четыре непрерывные последовательности по восемь кадров в каждой, т. е. оператор может одновременно видеть 32 кадра. Последовательности кадров можно перемещать в прямом и обратном направлениях с произвольной скоростью и останавливать, что значительно упрощает выбор монтажных точек, устраняя необходимость многократных перемоток и воспроизведений для принятия окончательного решения. Оператор фиксирует монтажные точки в видеомагнитофонах посредством стрелки-указателя на экране монитора и вводит их временной код в монтажный пульт. К монитору может быть подсоединено четыре видеомагнитофона, что позволяет монтировать одновременно с четырех оригиналов. Соотношение между присоединенными аппаратами и демонстрируемыми последовательностями кадров произвольное: например, оригинал с одного видеомагнитофона воспроизводится в четырех последовательностях кадров, два оригинала — в двух последовательностях кадров каждый и т. п. Видеомагнитофоны могут управляться дистанционно, все кадры записываются и воспроизводятся отдельно с помощью центрального процессора. Для всех кадров на экране индицируется уровень звука; для более детального анализа изображения отмеченный стрелкой кадр может воспроизводиться в реальных размерах.

Ф. Б.

УДК 621.397.6.037.2:681.84.083.84

Профессиональный видеомагнитофон формата С, «Хосо гидзюцу», 1984, 37, № 1; «Тэрэбидзен», 1984, **38**, № 1.

Фирма «Хитати дэнси» выпустила в продажу профессиональный наклонно-строчный видеомагнитофон HR-230 для ленты шириной 25,4 мм. Этот аппарат имеет следующие преимущества по сравнению с прототипом. Он позволяет устанавливать катушки с лентой для записи трех- и двухчасовой программ. В дополнение к системе направления ленты с поддувом имеется поддув на штифтах рычагов натяжения, что снижает сопротивление движения ленты и сокращает число выпадений. Применение механизма отвода рычагов натяжения и раздвижные направляющие на входе и выходе облегчают заправку ленты. Имеется встроенный корректор временных искажений с диапазоном четыре ТВ строки. Внешний КВИ обеспечивает диапазон 20 ТВ строк. Для управления сервосистемами использован микропроцессор. Скорость воспроизведения регулируется в широком диапазоне и запоминается в памяти.

Скорость ленты 244,0±0,5 мм/с. Видеосигналы пишутся на одной дорожке, звуковые — на трех. На одной дорожке предусмотрена запись синхро- и управляющих сигналов. В качестве синхросигналов системы могут быть использованы записываемый полный видеосигнал, опорный полный видеосигнал или сигнал черного поля. Ускоренная и обратная перемотка ленты требуют не более 80 с. Точность счетчика метража ленты ±5 с. Время синхронизации сервосистем не более 0,5 с. Аппарат питается от сети 90—130 В, частотой 50—60 Гц, потребляет около 650 ВА. Размеры 482×758×626 мм, масса 85 кг.

Ф. Б.

УДК 621.397.6.037.733.2:681.84.083.84

Модифицированный формат VHS, «Тэрэбидзен», 1983, **37**, № 12, 1009.

В связи со стремлением увеличить длительность непрерывной записи программы в видеомагнитофонах формата VHS длина волны записи звуковых сигналов приближена к ширине рабочего зазора звуковой головки, что ухудшило частотную характеристику и тембр. В связи с этим фирма «Мацусита дэнки» разработала модифицированный формат VHS, который позволяет получить хороший тембр даже в режимах продленной длительности записи. Звук, как и видеосигналы, записывается вращающейся головкой с наложением на видеосигналы после предварительной частотной модуляции звука. Разделение видео- и звуковых сигналов при воспроизведении осуществляется за счет различного азимута рабочих зазоров видео- и звуковой головок. В аппаратах модифицированного формата VHS частотная характеристика звукового сигнала равномерна в диапазоне 20—20 000 Гц, высшие гармонические искажения не выше 0,3 % на 400 Гц, динамический диапазон не ниже 80 дБ, детонационные искажения не выше 0,005 %, разделение звукового и видеосигналов не хуже 60 дБ (на 400 Гц).

Ф. Б.

УДК 621.397.61

Система камеры ТВЧ, SMPTE J., 1983, **92**, № 12, 1350.

Фирма Ikegami Electronics (США) разработала для вещательной корпорации NHK камеру ТВЧ. В камере использованы три 25,4-мм сатикона с импрегнированным катодом диодного прожектора. Разрешающая способность в центре изображения более 1400 ТВЛ, камеру отличает малая инерционность, отношение сигнал/шум 44 дБ по всей полосе 30 МГц, низкое значение шейдинга во всех точках изображения. Требуемая высокая точность совмещения 0,025 % обеспечивается специальной цепью цифровой коррекции совмещения. Параметры системы: 1125 строк развертки, отношение чередования 2 : 1, частота полей 60 Гц, формат кадра 5 : 3, ширина полосы видеосигнала 30 МГц.

Т. Н.

УДК 621.397.2.037.372

Информационные проблемы цифрового телевидения, Цуккерман И. И. Радиотехника, 1984, № 3, 10.

Рассмотрены возможности повышения эффективности ТВ систем связи при цифровом кодировании изображений — сокращение цифрового потока при сохранении необходимой точности воспроизведения и использование новых возможностей повышения помехоустойчивости. Изображение в вещательном телевидении — источник нестационарный, поэтому та или иная система статического кодирования,

дающая выигрыш в числе бит/элемент для одного класса изображений, может оказаться весьма невыгодной для другого класса. Сделан вывод, что из-за нестационарности источника сообщений и медленной сходимости приближений к энтропии чисто статическое кодирование в вещательном телевидении неэффективно.

Показаны преимущества наиболее развитых методов сокращения цифрового потока: дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (ДИКМ) и адаптивного группового кодирования, основанных на обобщенном квантовании изображения при использовании ограничений зрительного восприятия. Сп. лит. 4.

Н. Л.

УДК 621.385.832.54

Радиационностойкие передающие ТВ трубки, Kuwahata S. Toshiba Rev., 1983, 37, № 9, 771.

Требование радиационной стойкости выдвинуто расширяющимся применением трубок (в том числе многосигнальных цветных видиконов) в ядерной энергетике при эксплуатационном контроле за реакторами. От воздействия α-, β-излучений и протонов существуют эффективные и простые меры защиты ТВ камер, поэтому стойкость трубок чаще всего оценивают только по изменению выходных параметров при разных дозах D-облучения гамма-лучами (от источника Co^{60}).

Экспериментально установлена неизменность свойств видиконных мишеней как простых (Sb_2S_3), так и гетероструктурных (CdSe), минимум до $D = 10^8$ Р. Таким образом, «слабым» узлом оказывается стеклянная планшайба. Изменение прозрачности планшайбы достигает 30 % уже при $D = 10^5$ Р, сопровождается окрашиванием и вызывает необратимое понижение чувствительности видиконов. Переход на кварцевые окна, не темнеющие до 10^8 Р, устраняет потери чувствительности и считается радикальным средством повышения радиационной стойкости трубок. С кварцевыми окнами по специальным заказам потребителей поставляются радиационностойкие аналоги восьми наиболее применяемых видиконов и халниконов для черно-белых ТВ камер.

У цветных многосигнальных видиконов дополнительные проблемы вызывает изменение скорости встроенного цветокодирующего светофильтра. Оно нарушает цветопередачу и баланс белого — под облучением изображение и фон «краснеют». Изучение стойкости светофильтров только начато. Пока установлено, что интерференционные фильтры менее подвержены изменениям, чем фильтры из органических материалов (по D примерно на порядок). Ожидается, что радиационная стойкость видиконов со светофильтрами даже на кварцевых окнах будет хуже, чем черно-белых трубок — около 10^7 Р. Ил. 13, сп. лит. 4.

И. М.

Трубки	18-мм		25-мм	
	магнитные	смешанные	магнитные	смешанные
видиконы	E5294	E5295	E5070	E5298
халниконы	E5274	E5275	E5270	E5278

УДК 621.385.832.654.45

Шумы в видиконах с дефлектронным отклонением, Kurashige M. J. Inst. Telev. Eng. Jap., 1983, 37, № 12, 1021.

В выходном сигнале видиконов с дефлектронной секцией считывания (магнитная фокусировка, электростатическое отклонение) обнаружена сильная резонансная помеха на частоте 2,7 МГц. Источник помехи — интерференционные биения растров на мишени — основного и паразитного, образуемого обратным пучком после отражения от пушки к мишени. Паразитный растр в 25-мм видиконе больше рабочего и развернут относительно строк примерно на 50°, что и определило указанную частоту помехи. Интенсивность помехи, кроме конструкции пушки и дефлектрона, прямо зависит от сфокусированности обратного пучка.

Разработаны рекомендации по уменьшению интерференционной помехи; простейшая из них — ВЧ-вобуляция пучка наложением синусоидального сигнала $\geqslant$5 МГц на строчные отклоняющие импульсы. Другая — конструктивное разнесение в пушке видикона плоскостей апертуры первичного пучка и отражения обратного пучка с дефокусировкой паразитного растра.

Обязательное условие минимальности помех в видеосигнале на выходе трубки — стабильность и отсутствие флуктуаций напряжений на дефлектроне. В частности, допустимый уровень межэлектродных утечек —89 дБ относительно сигнала. Для предотвращения флуктуаций разработан интегральный метод питания трубки. Ил. 13, библ. 9.

И. М.

УДК 621.396.6:621.397.61

Миниатюрная передающая фотоматрица для дешевых теле- и видеокамер, Kuroda T. et al. J. Inst. Telev. Eng. Jap., 1983, 37, № 10, 788.

Заканчивается разработка фотоматрицы ФПЗС 484×380 элементов размерами 8,8×15,1 мкм на оптическом поле 4,4×5,7 мм. При этом дешевизну камеры обусловливает малая стоимость не только самого ФПЗС (кристалл минимальных размеров 9,8×7,2 мм с повышенным выходом годных), но и входной оптики (8-мм формат изображения перекрывает объектив от любой любительской кинофотоаппаратуры массового производства).

Структура миниатюрной матрицы фирмы Matsushita организована по схеме межстолбцового переноса, но между накопительной секцией и выходным горизонтальным регистром имеет линейку затворов в чередовании с областями стока и буферный массив памяти. Считывание зарядов из секции накопления разбито на два этапа. В каждом поле развертки на первом этапе очищают столбцы вертикальных регистров от паразитных зарядов, перенося их в стоковые области межсекционной линейки. На втором этапе быстро переправляют полезные заряды через очищенные регистры в буферный массив памяти. Дальнейший перенос в выходной регистр идет построчно только из массива памяти, так что полезные заряды оказываются отсеченными от паразитных, в том числе и от попавших прямо в вертикальные регистры путем диффузии из подложки. В результате матрица с буферным массивом свободна не только от расплывания при пересветках, но и от смаза при работе на линейном участке свет-сигнальной характеристики. В частности, смаз в 50 раз ниже обычного в других матрицах с межстолбцовой организацией и по абсолютной величине не превышает 1 %.

Чувствительность матрицы 484×380 элементов 0,02 мкА/лк, свет-сигнальная характеристика линейна в интервале 0,1—12 лк, сигнал в насыщении 420 нА, предельное отношение сигнал/помеха 64 дБ. Четкость передаваемых изображений 280 лин по горизонтали и 480 по вертикали. Выжигание изображений не проявляется при пересветках до 35 000 лк. Ил. 11, сп. лит. 9.

И. М.

УДК 621.397.6

Интегральные схемы для ТВ камер бытового назначения, Urita K., Saito J. Hitachi Rev., 1983, 32, № 3, 117, 129.

По многократным экспертным оценкам ТВ камеры фирмы Hitachi на фотодиодных матрицах и интегральных схемах видеоканала единственные по техническим (качество изображений) и экономическим (стоимость) показателям, имеющие многолетнюю перспективу сбыта (десятки тыс. шт.).

В комплект вошли интегральные схемы со следующими функциями: автоматической регулировки усиления, уровня черного и диафраг-

мы камерного объектива со стабилизацией освещенности на фотоматрице;

разделения сигналов цветности, регулировки баланса белого и коррекции неравномерности фона;

цветового кодирования, преобразования полярности и блокирования сигнала цветности;

апертурной и гамма-коррекции;

генератора строб-импульсов, счетчика, ЦАП и компаратора.

К числу БИС может быть отнесена и фотоматрица датчика сигналов HE98222—490×384 элементов со встроенным светофильтром мозаичного типа со структурой Байера. Специально под эту матрицу подогнаны параметры полевого транзистора 2SK291 для цепей съема видеосигнала (входная емкость 8,2 пФ, шумовое сопротивление 45 Ом), так что отношение сигнал/шум 46 дБ обеспечивается при освещенности не более 500 лк.

Дорабатывают типовой блок автофокусировки ТВ камер на принципе ИК подсветки объектов и фиксирования максимума ВЧ-компонентов видеосигнала. Расчетная дальность фокусировки до 1 см и сохранение работоспособности при 6-кратном изменении фокусного расстояния объектива. Соответствующая гибридная микросхема на базе светодиода HL P30G будет выпущена в 1984 г. Ил. 22, сп. лит. 5.

И. М.

УДК 621.397.6

Система Thermovision-782 фирмы AGA Infrared Systems

Система Thermovision-782 — усовершенствованная модель системы Thermovision-780 (TV-782).

TV-782 — инфракрасная измерительная система широкого назначения, применяемая для исследования распределения тепловых полей деталей и узлов приборов, а также для исследования тепловых потерь в различных конструкциях аппаратуры, промышленных сооружений с целью оптимизации и снижения энергетических потерь с последующей регистрацией, обработкой и анализом полученных данных при помощи аналоговой или цифровой техники. TV-782 состоит из сканирующего и видеоконтрольного устройств и систем DISCON и DIPS.

Сканирующее устройство выполняется в двух вариантах: коротковолнового (универсальное применение) и длинноволнового (для измерения низких температур, удаленных объектов). Объектив со специальным широкополосным покрытием используется для локализации объекта и при применении лазеров, где часто требуется спектральная фильтрация. Сканирующее устройство обеспечивает высокую температурную чувствительность (0,1 °С при 30 °С), переменное поле зрения (от 3,5 до 40°) и широкий диапазон измеряемых температур (от —20 до 1000 °С, а с применением фильтров до 1600 °С).

ВКУ может быть черно-белого изображения (пять градаций серого тона) и цветное. Цветное ВКУ обеспечивает изображение в 10 выбираемых цветах, каждый из которых соответствует определенному температурному уровню. Эта техника особенно ценна при изучении динамических процессов, при которых либо перемещается объект, либо очень быстро меняется температура. Уровни цветов могут подстраиваться линейно или нелинейно в зависимости от исследуемого температурного диапазона. В устройстве имеется двоичный выход данных для дистанционного использования полученной информации. Записанное в цифровой форме инфракрасное изображение может быть далее записано, обработано и сохранено на магнитной ленте.

DISCON — цифровая инфракрасная система мгновенного преобразования черно-белого изображения в 10-цветное. Стандартный телевизионный выход черно-белого изображения позволяет производить запись и обработку на любой стандартной ТВ системе с одновременной индикацией температурного диапазона и изотермических уровней. Она имеет также большой набор стандартных видеоизображений, сравнивая с которыми можно быстро и полно проанализировать полученную информацию.

DIPS — цифровая система обработки информации, представляющая собой комплект счетно-вычислительной и программирующей аппаратуры. Анализ теплового изображения и обработка производится стандартным современным микрокомпьютером, который используется со стандартными средствами материального обеспечения. DIPS обеспечивает запись, хранение и поиск изображения и анализ данных. Тепловое изображение, полученное непосредственно от источника или в записи, вводится в память микрокомпьютера и хранится на гибких магнитных дисках. Микрокомпьютер может присоединяться к миникомпьютеру для более полного анализа процесса.

С помощью TV-782 могут быть исследованы и количественно описаны процессы трения в кинопроекционной и киносъемочной аппаратуре, определен и оптимизирован режим работы элементов звукотехнических устройств, исследованы термодинамические процессы в проявочных машинах, изменение температуры фильмокопии, оптимизирован тепловой режим работы кинопроектора и т. п.

Л. Л.

УДК 538:681.32;681.84.083.82

Характеристики асимметричных тонкопленочных магнитных головок, Карпенков С. Х. Радиотехника, 1983, № 4, 38.

Экспериментально определялась оптимальная структура тонкопленочных головок с целью улучшения рабочих параметров записи-воспроизведения. Предложено сравнительно простое аналитическое выражение для поля рассеяния тонкопленочной асимметричной головки, на основании которого определяется сигнал воспроизведения для гармонического распределения намагниченности носителя. Задавая магнитный потенциал, изменяющийся по закону интегрального синуса и арктангенциальной функции, можно получить аналитическое выражение продольной составляющей поля рассеяния, а также аналитически описать сигнал воспроизведения тонкопленочной головки с асимметричной структурой. Аппроксимация реального распределения поля рассеяния и выходного сигнала полученными аналитическими выражениями может быть сколь угодно точной при надлежащем выборе в соответствии с экспериментом введенных коэффициентов, зависящих от доменной структуры тонкопленочного магнитопровода, магнитной проницаемости и других факторов. Ил 5, сп. лит. 9.

Н. Л.

□

Съемка и проекция кинофильмов

УДК 778.554.1

О современном состоянии системы 35-мм стереокино, Schulte G. Fernseh- und Kino-Technik, 1984, **38**, № 3, 112.

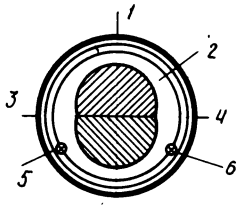
Первая волна развития стереокино пришлась на 1952—1953 гг. и была ответом Голливуда на быстрое распространение телевидения. Применяемые с тех пор системы стереокино были основаны главным образом на использовании двух 35-мм кинолент. Однопленочные системы были распространены реже и содержали сопряженные стереоскопические полукадры (широкоэкранного формата), расположенные один под другим на месте стандартного 35-мм кадра. Лишь в высококачественной однопленочной советской системе «Стерео-70» сопряженные полукадры имеют нормальный формат и расположены рядом. В США имеется и система стереокино (компании Disney), рассчитанная на две 70-мм киноленты.

Но телевидение тоже развивается. Более 15 млн. снабженных очками зрителей уже видели на цветных телевизорах стереоизображения, передаваемые по методу анаглифов. На Берлинской радиовыставке 1983 г. до 12 000 телезрителей могли видеть стереоизображения с помощью поляроидных очков.

В 1982—1983 гг. (т. е. 30 лет спустя после первой волны) из США в Европу пришла новая волна стереокино — с однопленочным стереофильмом «Белая акула 3-D» («Челюсти 3-D»), который демонстрируется в лучших кинотеатрах и на больших экранах (размером 5,5×13 м) с помощью специального стереообъектива Cinelux-3D, разработанного фирмой ISCO (ФРГ). Стереообъектив состоит из двух поляроидных светофильтров и двух срезанных и объединенных в одной оправе высококачественных шестилинзовых объективов, расстояние между оптическими осями которых можно изменять в пределах 9,4—10,4 мм. Такой стереообъектив, в отличие от прежних зеркальных или призменных насадок не приводит к трапецеидальным искажениям изображения и не создает побочных изображений. На рисунке показан (вид спереди) стереообъектив Cinelux-3D: 1 — гравировка «Верх», 2 — насадка с поляроидными светофильтрами; 3 и 4 —гравировки соответственно фокусировки изображения и угла конвергенции; 5 и 6 — винты регулировки соответственно фокусировки и угла конвергенции.

Однако уже на первых сеансах был обнаружен недопустимо большой вертикальный параллакс между сопряженными изображениями, (достигавший на экране 30 см), причиной которого является расхождение в расстоянии между сопряженными полукадрами (составляющее от 9,3 до 9,8 мм), на контрольных стереофильмах и в стереофильмах различных названий. Рассмотрены причины этих расхождений и указаны пути их устранения.

Отмечены и другие, более принципиальные недостатки системы: боль-



шие потери света (из-за применения поляроидов и уменьшения вдвое площади кадра и зрачка объектива), ухудшение резкости и снижение контраста в изображении, эффект «амбразуры» (из-за сравнительно малых размеров широкоэкранного изображения) и др. Для устранения этих недостатков предлагается стереокинокамера с горизонтальным движением киноленты. Автором создана подобная стереофотокамера, с помощью которой получены снимки, пригодные для высококачественной неискаженной стереопроекции. Ил. 3, сп. лит. 7.

Л. Т

УДК 778.554.1.5

Комбинированные съемки в стереофильмах, Cinemafantastique, 1983, 13/14, 6/1; Eyepiece, 1983, **4**, № 6.

Большинство авторов статей значительное внимание уделяют технике стереоскопических съемок, в частности комбинированным съемкам и спецэффектам, которые осуществлялись небольшими специализированными студиями. В арсенале их технических средств съемки на фонах голубого или зеленого экранов, сканирование и запись электронным лучом, трюковая оптическая печать, управление движениями съемочной камеры и осветительных приборов при помощи компьютера, стереоскопический эффект гиперболизации размеров макетов, управление моделями по радио, объемная и штриховая мультипликация, сложное кашетирование, рирпроекция, пиротехника. Для фильма «Челюсти» выполнены комбинированные кадры, почти полностью заменившие трудоемкие и дорогостоящие съемки под водой. С большой достоверностью были выполнены в различных масштабах механизированные модели акул, которые снимались в павильонах студии на фоне зеленого экрана. Полученные изображения совмещались со съемками игровых сцен и подводными пейзажами. Взамен традиционной оптической печати для совмещения изображений применялась ТВ техника.

Преимуществами этого способа являются скорость, возможность предварительного регулирования интенсивности цветоделенных сигналов и соотношения яркостей изображений. Недостатком электронных композиций является их сравнительно низкая разрешающая способность — 655 строк. Но в конкретных условиях фильма, действие которого происходит преимущественно под водой, небольшая потеря резкости была оправданна. Для электронных композиций применяются съемки на фоне зеленого экрана, создающего меньше помех, загрязняющих изображение, чем голубой экран. Создать рабочие условия для съемки смотровой галереи подводного парка с 400 участниками было невозможно. Участки галереи были построены и сняты в павильоне студии, заполнявшимся голубоватым дымом, который успешно имитировал полупрозрачную среду и создавал тональную перспективу. Впечатление усиливалось световыми эффектами мерцающих бликов света «под водой». Глубина изображаемого пространства тщательно планировалась заранее. Объекты переднего плана— рыбы, водоросли, пузырьки воздуха — снимались в аквариуме, вблизи камеры с задачей в комбинированном кадре усилить впечатление дистанции между передним планом и глубиной кадра. Для координаций действий операторов, порознь снимавших заготовки к комбинированному кадру, применялись рабочие таблицы. В специальных графах регистрировались сведения, необходимые для совмещения изображений: натура или макет, передний план или фон, фокусные расстояния применяемых объективов, интерокулярные расстояния, конвергенции, цветность объектов, съемочная система (одно- или двухкамерная) и т. д.

Широко применялась съемка макетов с использованием эффекта гигантизации, благодаря которому миниатюрные модели на экране оказались значительно выше своих подлинных размеров или соответствовали масштабам живой природы. Таким способом для фильма «Космический охотник» были сняты макеты планет, астероидов и космических кораблей. Для получения эффекта необходимо значительное сокращение интерокулярного расстояния, в некоторых случаях до 4 мм. Посколь-

ку применявшиеся однокамерные съемочные установки такой возможности не предоставляли, использовались двухкамерные стереосистемы. Для фильма «Металлическая буря» модели воздушных мотоциклов были совмещены при помощи техники голубого экрана с натурными фонами, снятыми с самолета. Для определения пространственного положения моделей относительно плоскости экрана при съемке устанавливалась необходимая конвергенция. В результате в совмещенном кадре модели на общих планах казались летящими вдали, на средних ближе, гармонически вписываясь в пейзаж. Отдавая дань мастерству операторов комбинированных съемок, художников и техников, авторы статей отмечают, что стереофильмы США 1983 г. разочаровали зрителей не только слабостью драматургии, но и низким техническим качеством, связанным с применением для съемок игровых сцен однокамерной съемочной системы с расположением изображений одно над другим в поделенном кадре формата 35 мм. Среди недостатков системы называют неравные пути световых лучей для верхнего и нижнего кадров, нарушение расстояний между их центрами, применение промежуточных линз, которые привносят свои искажения и приводят к неравной плотности негативов стереопары, отступление от принятого стандарта расположения изображений на пленке. Последний недостаток, свойственный в частности системе Arri-Vision, приходилось устранять с помощью оптической печати, что влекло за собой контратипирование и утерю лучших качеств изображения оригинала. Дефекты съемочной оптики усугубляются низким качеством проекции в большинстве кинотеатров.

Надежды возлагаются на внедрение новых лучших стереосистем, на пример Stereo Space System, базирующейся на двух спаренных 70-мм камерах. Преимуществами широкого формата станут большая информационная емкость изображения, лучшая резкость. Признается также необходимость развивать сеть специализированных кинотеатров, оснащенных высококачественной проекционной аппаратурой.

А. Ю

□

Электроника в кинематографии

УДК 778.5:621.397.13

Стратегия в области ТВ системы высокой четкости, Books, SMPTE J., 1984, **93**, № 2, 184

Сообщается о выпуске книги, в которой рассматриваются перспективы развития ТВ систем высокой четкости HDTV во взаимосвязи с киноиндустрией на ближайшие 10—20 лет. Автор уделяет внимание основным направлениям влияния на производство и прокат фильмов в США, Японии и других странах, в частности на показ фильмов в театрах с использованием системы телевидения высокой четкости, спутниковых систем передачи различных программ непосредственно в кинотеатры. К 1990 г. в США будут действовать 1000 HDTV-театров.

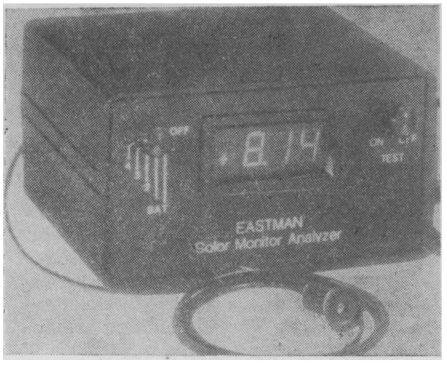
Обсуждаются вопросы применения HDTV в технологии производства фильмов, компьютеризации технологических процессов. Рассматриваются эксперименты применения электронной и ТВ техники в этой области, в частности режиссера Ф. Копполы, использовавшего в технологии производства своих фильмов видеотехнику, компьютеризацию монтажа, электронную технику для создания комбинированных кадров.

В. У.

УДК 621.397.331.3.004.58

Средства для настройки телекинопроекторов, Lisk K. G. et al. SMPTE J., 1984, **93**, № 1, 6.

Компания Eastman Kodak выпустила новый 16- и 35-мм тест-фильм TAF и мониторный цветоанализатор ECMA, предназначенные главным образом для телекинопроекторов на ПЗС или с бегущим пятном. Необходимость создания этих новых средств была подтверждена результатами сравнительных испытаний, проведенных на телекинопроекторах в 20 телецентрах, и показывающими значительные расхождения в воспроизведении на изображении темных деталей, а также в цветопередаче.



Тест-фильм TAF содержит 8-польную цветную шкалу и шкалу нейтральных оптических плотностей (D=0,3—1,8 с шагом ΔD=0,3) на сером фоне (D=0,75) и снят на цветную негативную кинопленку Eastman посредством трех последовательных экспозиций через цветные светофильтры Wratten (R : 29, G : 99, B : 98) и нейтральные светофильтры (D=0,30 и 1,20) с помощью прецизионной кинокамеры с контргрейфером, а затем отпечатан на позитивной кинопленке. Тест-фильм поставляется на негативной, позитивной, а также на обращаемой (Ektachrome Video News) кинопленках. Цифровой цветоанализатор ECMA (см. рис.) позволяет объективно регулировать и измерять уровень яркости и цветовоспроизведение на экране монитора. Прибор содержит чувствительный светоизмеритель и внутренний генератор видеотест-сигналов, которые включаются последовательно с видеосигналами, и на экране монитора выглядят в форме прямоугольных полей с уровнем 100 и 20 ед. IRE. Благодаря синхронизации с импульсами испытываемого изображения эти видеотест-сигналы позволяют осуществлять его настройку более объективно.

В приложении приведены данные для расчетов гаммы изображения по показаниям прибора ECMA и установки заданной цветовой температуры. Табл. 1, ил. 14, сп. лит. 2.

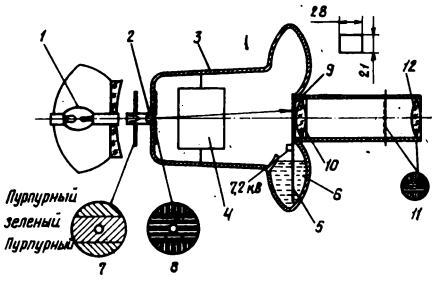
Л. Т

УДК 621.397.62:535.88

Светоклапанная цветовая телепроекция с одним объективом для системы высокочеткого телевидения, Mahler G. Fernseh - und Kino Technik, 1984, **38**, № 1, 11.

Преимущества системы высокочеткого телевидения HDTV будут реализованы только тогда, когда изображение будет воспроизведено на большом экране (с диагональю 2—2,5 м), а зрители будут располагаться от экрана на расстоянии его диагонали. Необходимый большой размер изображения может быть получен только методом проекции. Достижение одновременно высокой четкости изображения и большого светового потока является противоречивым требованием для кинескопных типов телепроекторов. Лучшее из

того, что было достигнуто, продемонстрировала фирма Panasonic в 1983 г. в Монтре: трехкинескопный телепроектор (диаметр кинескопов 30 см) имел световой поток 180 лм и на экране 2,40×1,45 м с коэффициентом яркости 10 обеспечивал яркость 170 кд/м²; этот проектор



слишком громоздок для домашнего применения.

В светоклапанных телепроекторах проекционный источник света отделен от устройства формирования изображения, и указанного выше противоречия не существует. Чтобы уменьшить габариты телепроектора и упростить его устройство, целесообразно применение проекционной системы с одним световым клапаном и объективом для всех трех первичных цветов по принципу, предложенному в 1970 г. и использованному в современных телепроекторах фирмы General Electric; он пригоден для серийного производства. Упрощенная схема этого клапана показана на рисунке: 1 — ксеноновая лампа, 2 — электронный прожектор, 3 — светоклапанная трубка; 4 — отклоняющие электроды, 5 — вращающийся стеклянный диск (3 об/ч), 6 — вязкая жидкость, 7 — цветоделитель, 8 — входная многощелевая диафрагма, 9 — шлирен-растр, 10— шлирен-линза, 11 — выходная многощелевая диафрагма, 12 — проекционный объектив.

Институт Г. Герца (Зап. Берлин) провел исследование применения этого светового клапана для системы HDTV : четкость 1023 строк, чересстрочность 1 : 2, соотношение сторон изображения 4 : 3, частота смены полей 60 Гц. Размер растра на вращающемся диске составил 28×21 мм, размер электронного пятна 6×25 мкм, толщина вязкого слоя на диске 10 мкм. Стеклянный вращающийся диск имеет прозрачный проводящий слой, что в сочетании с электропроводностью вязкой жидкости обеспечивает силу тока 4,8 мкА. Рассмотрены принципы работы этого светового клапана, основанные на дифракции света, для чего растр на диске формируется в виде трех фазовых дифракционных решеток, по одной для каждого из первичных цветов.

Выпускаемый фирмой General Electric телепроектор PG5150 имеет световой поток 700 лм (модель Talaria— до 1200 лм), однако горизонтальная четкость изображения у него не превышает 400 строк для зеленого, 280 и 200 строк для красного и синего цветов. Исследованы трудности и показаны пути улучшения четкости изображения у этого телепроектора. Ил. 8, сп. лит. 3.

Л. Т.

□

Оптика и светотехника

УДК 621.326

Экономичная лампа для киносъемочного освещения, Amer. Cinematogr., 1984, 65, № 3, 16.

Новая галогенная лампа накаливания потребляет 650 Вт и обладает почти таким же световым потоком, как стандартная лампа киносъемочного освещения 1000 Вт, 3200 К при меньшем на 35 % нагревании. Размеры экономичной лампы соответствуют лампам General Electric, вследствие чего она может их заменять и монтироваться непосредственно в держатели осветительных приборов. Средство достижения экономичности и эффективности лампы — оптическое покрытие, состоящее из ряда микроскопически тонких слоев, которые наносятся на наружную поверхность кварцевой колбы лампы. Покрытие свободно пропускает свет, но отражает инфракрасное тепловое излучение внутрь, на нить лампы. Это возвращаемое тепло позволяет нити достигать расчетной температуры при меньшем потреблении электроэнергии. При световом потоке ламп «ватт-мизер», составляющем 90 % стандартной лампы, ее светоотдача выше на 38 %. Возможна экономия электроэнергии при использовании ламп 0500/350, рассчитанных на напряжение 120 В, и 01500/900 для 240 В. Сконструированные в первую очередь для киносъемок эти лампы могут применяться также для рабочего освещения павильонов и других помещений, где желателен более длительный срок службы источников освещения. Разработка новых ламп производилась фирмой General Electric в сотрудничестве с Optical Coating Lab.

А. Ю.

УДК 535.241.1+535.65

Свето- и цветоизмерительные приборы фирмы LMT, Fernseh-und Kino-Technik, 1984, 38, № 3, 84.

Приведена линейка новых прецизионных свето- и цветоизмерительных приборов фирмы Lichtmesstechnik (Зап. Берлин).

Прибор Color Test CT100 предназначен для контроля яркости, спектральных характеристик и цветовой температуры источников студийного съемочного освещения, а также для контроля настройки цветных мониторов и телевизоров. Прибор обеспечивает цифровой отсчет показаний цветовых величин X и Y и освещенности, имеет автоматическое переключение диапазонов измерений.

Высокостабильный карманный люксметр (см. рис.) с кремниевым фотоприемником обеспечивает чрезвычайно большой диапазон измерения освещенности (от 0,1 до 200 000 лк) с автоматическим переключением диапазонов измерения и имеет трехзначный цифровой индикатор. Выпускаются два варианта прибора: с встроенной и вынесенной фотометрической головкой.

Яркомеры L 1000 имеют диапазон

измерений яркости 0,001—2·10⁶кд/м² на расстоянии от 0,5 м до ∞ (с дополнительной приставкой от 0,1 м). Отсчет показаний также цифровой. Модель L 1003 имеет углы поля измерения яркости 3°, 1° и 20′; модель L1006—1°, 20′ и 6′.

Цветоизмерительный прибор C2000 предназначен для лабораторий и обладает наивысшей точностью

измерения яркости цветных полей на экране. Показания измерений в цифровой форме выносятся на шкалу электронного отсчета.

Для регулирования цветового баланса с микропроцессорным управлением предназначен прибор Color Check, который может встраиваться в систему автоматического управления. Его измерительный блок устанавливается на тот или иной участок телеэкрана с помощью пневматических присосок. Ил. 17.

Л. Т.

УДК 778.38:778.5

Пространственно-временная передаточная функция: последние исследования, Levi L. Applied Optics, 1983, 22, № 24, 4038.

Исследованы передаточные характеристики электронно-оптических приборов. Изображение в этих приборах формируется с помощью электронного луча, сканирующего изображение. Время послесвечения люминофора определяет зависимость передаточной характеристики не только от пространственных координат, но и от времени. Поэтому использование пространственной частотно-контрастной характеристики при анализе электронно-оптических приборов может привести к неправильным результатам. Приводится определение пространственно — временной передаточной функции, являющейся обобщением двумерной пространственной частотно-контрастной характеристики на случай изображений, яркость которых зависит от времени. Определение этой функции построено так, что при устранении зависимости от времени указанная функция вырождается в пространственную частотно-контрастную характеристику, используемую при анализе оптических систем.

В работе проанализированы условия, при которых воздействие временных и пространственных изменений может быть исследовано раздельно. Полученные формулы применены для конкретного исследования трех различных случаев зависимости скорости затухания послесвечения люминофора от времени: постоянная скорость затухания послесвечения пропорциональна мгновенной яркости, случай, когда яркость люминофора пропорциональна степени электронно-дырочной рекомбинации в слое люминофора. С помощью введения пространственно-временной функции получено решение для характеристик движущегося изображения, наблюдаемого с электронно-оптического прибора.

Дано описание лабораторного макета для экспериментального определения пространственно-временной передаточной функции. Полученные экспериментально на этом макете характеристики хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями и результатами, получаемыми альтернативными методами. Ил. 2, сп. лит. 4.

А. Л.

□

Запись и воспроизведение звука

УДК 681.84.083.84:001.4

Сравнительные испытания перфорированных магнитных лент, Holman T. Тезисы доклада на 125-й технической конференции SMPTE. SMPTE J., 1984, 93, № 1, part. II, 106—107.

Несмотря на то, что перфорированные и неперфорированные магнитные ленты в принципе имеют одинаковые характеристики, непосредственное сопоставление их осложнено трудностями при измерениях, и в публикациях и каталогах большей частью приводятся данные только для неперфорированных лент. Для определения параметров перфорированных лент автором было собрано большое число типов лент, и испытания проводились на одной аппаратуре по новой методике; приведены результаты измерений. Для испытаний использовалось ограниченное количество магнитной ленты каждого типа. Применялись трехдорожечный аппарат записи и воспроизведения звука фирмы MTM с магнитными головками фирмы Teccon, генератор 4200 фирмы Khron-Hite, измеритель шумов в звуковом диапазоне ANM3 фирмы Radford, анализатор спектра HP 3580A и стандартный тест-фильм STL.

Испытание 1. Определение чувствительности на частоте 1 кГц. Одна из лент была произвольно выбрана в качестве типовой и ее чувствительность принята за 0 дБ. Ток ВЧ подмагничивания выбирается на частоте 10 кГц, величиной на 2 дБ выше максимальной отдачи, что примерно соответствует максимуму отдачи на частоте 1 кГц Чувствительность при 1 кГц имеет большое значение для крупных потребителей, для которых важна однородность лент. Произвольный выбор типовой ленты в данном испытании аналогичен выбору в качестве типовой неперфорированной ленты Scoth 111 в США и BASF в Европе.

Испытание 2. Определение относительной чувствительности на частоте 10 кГц, на которой устанавливается подмагничивание. Чувствительность на 10 кГц вычитается из чувствительности на 1 кГц. Эта разность дает величину, которую надо ввести для коррекции частотной характеристики.

Величина разности влияет также на динамический диапазон аппаратуры записи. Результаты испытания показывают возможность определения величины коррекции частотной характеристики по указанным данным.

Испытание 3. Измерение гармонических нелинейных искажений по 3-й гармонике на частоте 1 кГц и при уровне намагниченности 185 нВб/м и выше на 6, 10 и 14 дБ. Входной уровень устанавливается при контроле по воспроизведению. Уровень 3-й гармоники измеряется анализатором спектра. При этих измерениях не учитываются шумы и наличие других гармоник.

Испытание 4. Измерение максимального уровня отдачи магнитной ленты независимо от имеющихся искажений при выборе тока подмагничивания согласно п. 1.

Испытание 5. Измерение шума паузы, т. е. шума размагниченной ленты после действия на нее поля высокочастотного подмагничивания. Измерения шума производятся прибором для измерения шума в звуковом диапазоне со взвешивающей кривой по рекомендации МККР 468 с квазипиковой характеристикой. Использование взвешивающей кривой и квазипикового детектора определяет хорошее совпадение результатов измерений с восприятием шума человеческим слухом, в том числе и импульсных помех от неоднородности рабочего слоя ленты — «булыжников».

Испытание 6. Измерение уровня шума намагниченной магнитной ленты сигналом частоты 10 Гц записываемой с таким же уровнем намагниченности, как и частота 1 кГц при 185 нВб/м. Сигнал при этом слышен слабо. Это один из способов измерения модуляционного шума, т. е. шума, возникающего при записи сигнала. Измерение, аналогичное п. 5, отличается тем, что

десь измеряются две величины: устойчивый, постоянный по величине шум в присутствии сигнала и при пиковом уровне «булыжников».

Испытание 7. Другой способ измерения модуляционного шума состоит в записи частоты 3,15 кГц с уровнем 185 нВб/м на частоте 1 кГц и измерении спектра боковых полос анализатором спектра. На хорошей ленте наблюдаются боковые частоты ±96 Гц и кратные ей частоты, которые вызываются колебаниями скорости на зубчатых барабанах. Предполагается, что эти частоты вызываются дефектами лентопротяжного механизма, и модуляционный шум оценивается уровнем сигнала на определенном расстоянии от несущей, например на частотах ±500 Гц.

Испытание 8. Проверка стабильности тока высокочастотного подмагничивания. Для этого на ленте в течение 1 мин записывается частота 10 кГц. Записанный сигнал измеряется вьюметром и фиксируются его минимальные и максимальные отклонения.

Испытание 9. Определение тока подмагничивания для получения минимальной величины модуляционного шума и минимальных «булыжников».

Испытание 10. Измерение копирэффекта. При стандартном подмагничивании записываются импульсы частоты 1 кГц с уровнем 185 нВб/м. После хранения в течение 24 ч при 21 °С и относительной влажности 30 % производится воспроизведение записанных сигналов и измеряется значение максимального скопированного сигнала при помощи пикового вольтметра.

Испытание 11. Измерение чувствительности при прямом и обратном движении магнитной ленты.

Испытание 12. Измерение толщины рабочего слоя ленты для проведения корреляции с величинами других измеренных параметров.

Ц. А.

УДК 778.534.163.4 5

Новый взгляд на звучание 70-мм кинофильмов: предложения по уточнению положения магнитных дорожек записи на 70-мм фильмокопиях, тезисы доклада на 125-й Технической конференции SMPTE, Mosely J. SMPTE J., 1984, **93**, № 1, 11, 100.

Рассматриваются теоретические и практические вопросы, связанные с нанесением шести магнитных дорожек на 70-мм фильмокопии, а также с записью звука на них. Система шестидорожечной записи была предложена Todd OM в 1955 г. Стандарт на магнитные дорожки (утвержденный в 1959 г.) с небольшими изменениями действителен до сих пор. Этот стандарт был формально пересмотрен и утвержден как Американский национальный стандарт PH 22.185. Затем были выпущены два документа: на размеры магнитной ленты и кинопленки ANSI PH 22.119 и на размеры поля изображения ANSI PH 22.152. Имеются и международные стандарты по указанным вопросам, их номера соответственно ИСО 2404—1979, ИСО 3023 и ИСО 2467.

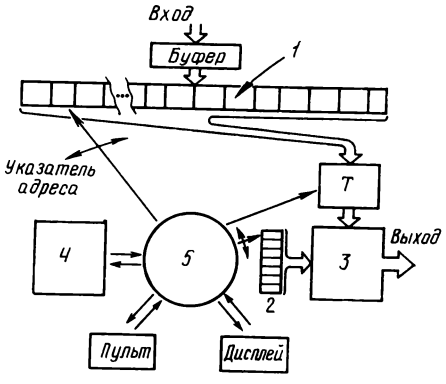
При обмене фильмокопиями, выпущенными различными киностудиями, наблюдаются расхождения в уровне записи и частотной характеристике. Это вызывает необходимость индивидуальной регулировки аппаратуры в кинотеатрах, которая осложняется, если используются системы шумоподавления. В связи с этим рядом организаций США предлагается разработать один новый стандарт на 70-мм фильмокопии и утвердить его как в качестве национального стандарта США, так и международного. Председатель ИСО в частном порядке одобрил это предложение.

Ц. А.

УДК 778.534.455:681.84:621.3.037.372

Монтаж цифровых фонограмм по системе с произвольной выборкой, J. Audio Eng. Soc., 1984, **32**, № 3, 114.

Рассматривается система монтажа цифровых фонограмм, обеспечивающая их повышенное качество, преимущества цифровой записи и общие



принципы монтажа фонограмм. Известно несколько методов монтажа, один из них, используемый для цифровых записей, — метод произвольной выборки: все сцены записывают на общую ленту, а отдельно все оригиналы закладывают в память с произвольной выборкой на диск ЭВМ, с которого и осуществляется монтаж. В эту систему был добавлен новый блок — временной сглаживающий демпфер, организующий разрозненные монтажные отрезки в единый материал. Речь идет лишь о сглаживании во временой области, а не о выравнивании уровней сигналов. Схема системы монтажа с непрерывной произвольной выборкой (СМНПВ) приведена на рисунке: 1 — память большой емкости с произвольной выборкой для хранения записей (источник данных); 2 — оперативная память малой емкости, в которой хранятся записи вставок, служащих для перехода от записи одной сцены к другой. Вставки представляют собой плавные переходы между концом одного отрывка и началом другого. Они записываются предварительно и закладываются в память, объем которой в 2—3 раза меньше объема памяти 1; 3 — демпфер; 4 — монтажная таблица — важная часть системы, предназначенная для контроля записи и воспроизведения материала. Она является основным документом, по которому можно проследить процесс монтажа; 5 — цифровой датчик-контроллер, который используя 4, выбирает нужный материал из 1 и 2 и направляет его в 3; 6 — пульт и дисплей, с помощью пульта создается 4, а через дисплей можно осуществлять визуальный контроль; 7 — дополнительные процессоры для обработки сигнала, которые могут быть включены в различных точках системы, а не только так, как показано на рисунке. Подробно рассматривается структура сглаживающего демпфера, его функциональные возможности.

Особенности СМНПВ следующие: быстродействие, оперативность, простота и доступность освоения, сведение к минимуму ограничений емкости системы, широкие возможности для воздействия оператора с системой (контроль на слух, визуальный); максимальное уплотнение системы; точность; возможность усовершенствования по мере развития технологии; универсальность (обработка записей, выполненных по различным стандартам); выполнение работ, непосредственно не связанных с монтажом; возможность обработки в любом порядке, внесения исправлений или других изменений.

Дается описание действующей системы, созданной авторами. Подробно рассматривается аппаратура, входящая в комплекс, разбирается процесс монтажа. Приведены примеры из практики монтажа, проиллюстрированные реальными осциллограммами монтажа фрагментов различных музыкальных произведений. Показан фрагмент монтажной таблицы и осциллограмма одной из вставок, служащих для сопряжения сцен. Предположительно СМНПВ наряду с другими устройствами для цифровой обработки звука займут главное место в практике записи и воспроизведения звука. Ил. 9, сп. лит. 10.

Е. В.

□ □ □

БИБЛИОГРАФИЯ

Новые книги

ЗАПИСЬ, ОБРАБОТКА И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Обработка информации в системах связи: Сборник научн. трудов учебных ин-тов связи. — Л.: ЛЭИС, им. М. А. Бонч-Бруевича, 1983.—161 с. — Библ. в конце статей.— 1 р. 50 коп. 600 экз.

Сборник посвящен теоретическим и практическим вопросам обработки информации в системах связи и вещания, в т.ч. фильтрации сигналов, статистическому моделированию устройств и систем, обработке цифровых сигналов в различных системах связи включая оптические.

КИНОФОТОТЕХНИКА

Маслачков В. Н., Кузнецов Ю. М., Кривовяз А. Л., Нисский А. В. **Устройство управления параметрами киносъемочных объективов.** — М.: НИКФИ, 1983.—35 с.—(Кинофототехника: Обзорная информация; Вып. 6). — Библ. 9 назв. — 40 коп. 650 экз.

Рассмотрены задачи управления параметрами киносъемочных объективов в процессе съемки, проанализированы принципы построения устройств управления. Представлено развитие таких устройств за рубежом и в СССР, современное состояние и перспективы дальнейшего развития.

Новицкий Л. А., Степанов Б. М. **Фотометрия быстропротекающих процессов:** Справочник.—М.: Машиностроение, 1983.—296 с.—Библ.: с. 285—296.— 1 р. 80 к. 4000 экз.

Дано описание методов и аппаратуры исследования быстропротекающих процессов, классифицированных по трем разделам: оптико-механические (высокоскоростная фотография и кинематография), осциллографические и электронно-оптические. Приведены сведения о метрологическом обеспечении средств определения пространственно-временных характеристик неповторяющихся процессов.

ЗАПИСЬ, ОБРАБОТКА И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Белкин Б. Г., Неверовский К. В., Цыганков М. В. **Современное состояние и перспективы развития цифровых звукотехнических устройств.** — М.: НИКФИ; 1983.—37 с.— (Кинофототехника: Обзорная информация; Вып. 7). — Библ. 24 назв.—30 коп. 300 экз.

Изложены принципы действия и вопросы применения цифровой звукотехнической аппаратуры. Приведены технические данные цифровых линий задержки, ревербераторов, магнитофонов, микшерных пультов. Рассмотрены перспективы развития цифровой аппаратуры.

Головин О. В., Кубицкий А. А. **Электронные усилители:** Учебник для электротехникумов связи.— М.: Радио и связь, 1983. — 320 с.—Библ. 29 назв.—1 руб. 50 000 экз.

Классифицированы усилители, раскрыты основные принципы построения и свойства различных усилительных каскадов, физические процессы, происходящие при усилении гармонических и импульсных сигналов. Изложены вопросы устойчивости усилителей, описаны специальные типы усилителей, многоканальные усилители и усилители на интегральных микросхемах.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Бриллиантов Д. П., Лаврук И. Т., Мосина В. Ф. **Эксплуатация телевизионной камеры КТ-132 с камерным каналом:** Учебное пособие.—М.: Всесоюзный ин-т повышения квалификации работников радио и телевидения, 1983.—147 с.—Библ. 5 назв. —20 коп. 625 экз.

Излагаются общие вопросы настройки камер цветного ТВ, методы ежедневной настройки камеры с каналом в процессе эксплуатации, правила их настройки при первом включении и проведении профилактических работ.

Крючков А. А. **Радиолюбительские приборы для настройки телевизора.**— М.: Радио и связь, 1983.—113 с.— (Массовая радиоб-ка; Вып. 1066).—Библ. 12 назв.— 65 коп. 80 000 экз.

Представлены принципиальные схемы и конструкции универсального генератора испытательных сигналов, генератора сетчатого поля и осциллографа. Рассмотрены методы проверки и настройки цветных и черно-белых телевизоров с помощью этих приборов.

Я. Б.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

Итоги XVII Всесоюзного кинофестиваля

На XVII Всесоюзный кинофестиваль в Киеве (май, 1984 г.) было представлено более 120 фильмов всех видов и жанров, созданных кинематографистами всех союзных республик. Фильмы рассказали и о сегодняшнем дне нашей страны, и о ее истории, начиная с древнейших времен, о героической битве с фашизмом в годы Великой Отечественной войны, и не прекращающейся и сегодня битве за мир и социальный прогресс на всей планете. Фильмы продемонстрировали достижения многонационального советского киноискусства и заставили задуматься о тех его проблемах, решению которых посвящено постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему повышению идейно-художественного уровня кинофильмов и укреплению материально-технической базы кинематографии».

Лучшие фильмы, удостоенные наград фестиваля, отмечаются интересным изобразительным решением, настоящим профессионализмом и высоким техническим качеством. Жюри специально отметило достижения операторов, присудив приз за лучшую операторскую работу по разделу художественных фильмов В. Калюте («Легенда о княгине Ольге», режиссер Ю. Ильенко, киностудии им. А. П. Довженко) и по разряду документальных и научно-популярных фильмов А. Панину и А. Кулиджанову («Русская северная», режиссер А. Панин, ЦСДФ).

Специальный диплом жюри вручен оператору В. Ильину («Торпедоносцы», режиссер С. Аранович, «Ленфильм»). Этот фильм был удостоен также приза фестиваля как лучший на военно-патриотическую тему. В № 1 нашего журнала за 1984 г. оператор В. Ильин рассказал о своей работе над этой картиной.

Хорошо известен читателям и ведущий украинский оператор В. Калюта; еще в 1971 г. была опубликована беседа с ним в связи с присуждением фильму «Белая птица с черной отметиной» Главного приза Московского международного кинофестиваля. Отмеченная на XVII Всесоюзном кинофестивале работа В. Калюты в фильме «Легенда о княгине Ольге» отличается тонким пониманием выбранного сценаристом и режиссером Ю. Ильенко жанра исторической легенды, выразительностью портретных характеристик не только главных героев, но и персонажей второго плана, тонким стилистическим решением исторического пейзажа.

Редакция журнала предполагает опубликовать в постоянной рубрике «Техника и искусство» новую беседу с В. Калютой, в которой будет детально рассмотрена его работа в фильмах последних лет.

Я. Б.

□

О результатах IX Всесоюзного конкурса на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок

Подведены итоги закончившегося IX Всесоюзного конкурса на лучшее использование отечественных цветных негативных кинопленок. В течение полутора месяцев жюри под председательством заслуженного деятеля искусств Г. И. Рерберга просмотрело и оценило 26 кинофильмов, представленных 15 киностудиями. Дипломы I степени и премии по 3,0 тыс. руб. присуждены не были.

ДИПЛОМЫ II СТЕПЕНИ И ПРЕМИИ ПО 2,0 ТЫС. РУБ:

«Поцелуй». Киностудия им. А. П. Довженко, оператор-постановщик В. А. Калюта.

«Рецепт ее молодости». Киностудия «Мосфильм», оператор-постановщик, Г. А. Абрамян.

«День длиннее ночи». Киностудия «Грузия-фильм», оператор-постановщик Н. И. Эркомайшвили.

ДИПЛОМЫ III СТЕПЕНИ И ПРЕМИИ по 1 ТЫС. РУБ.:

«Серафим Полубес и другие жители Земли». Киностудия «Мосфильм», оператор-постановщик П. Т. Лебешев.

«Пацаны». Киностудия «Ленфильм», оператор-постановщик Ю. А. Векслер.

«Этот негодяй Сидоров». Киностудия «Беларусьфильм», оператор-постановщик, Ю. А. Елхов.

«Впереди океан». Свердловская киностудия, оператор-постановщик А. Е. Лесников.

«Искатель приключений». Киностудия «Таллинфильм», оператор-постановщик Ю. А. Силларт.

«Карантин». Киностудия им. М. Горького, оператор-постановщик А. М. Кириллов.

ПООЩРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕМИИ ПО 500 РУБ:

«Весна проходит». Киностудия «Грузия-фильм», оператор-постановщик А. Ш. Майсурадзе.

«Бойся, враг, девятого сына». Киностудия «Казахфильм», оператор-постановщик А. Т. Ашрапов.

«Оборотень Том». Рижская киностудия, оператор-постановщик Д. Д. Симанис.

Специальный диплом жюри присужден оператору-постановщику киностудии «Беларусьфильм» Ю. А. Елхову за творческий поиск и успешное художественное использование отечественной цветной негативной кинопленки.

По мнению жюри, более половины членов которого уже не первый год принимают участие в конкурсе, качественный уровень представленных в этом году фильмов несколько ниже, чем в предшествующих конкурсах. В решении отмечено, что снизился уровень изобразительной культуры, определяемый прежде всего мастерством операторов, вследствие чего I премия присуждена не была. В составе конкурсных фильмов возросло число картин,

не отвечающих высоким художественным требованиям и оцененных ниже 4-х баллов. Иными словами, технические комиссии и бюро операторских секций киностудий недостаточно требовательно подошли к отбору фильмов на конкурс.

Как и в предыдущие годы, жюри отметило, что существующий уровень качества отечественных кинопленок ограничивает творческое изобразительное решение операторов, в то же время в ряде фильмов все возможности отечественных кинопленок использованы не были.

Жюри рекомендует систематически изучать и пропагандировать опыт лучших достижений конкурса: организовывать просмотры кинофильмов, публиковать сообщения операторов-постановщиков — лауреатов на операторских секциях союзных республик. Техническим комиссиям киностудий рекомендуется активней привлекать бюро операторских секций для отбора кинофильмов на последующие конкурсы.

Е. И.

□

Новое в технике и технологии комбинированных съемок

Эта тема была рассмотрена на заседании, проведенном по инициативе Всесоюзной комиссии и Московской секции кинотехники Союза кинематографистов СССР в мае 1984 г. на киностудии «Мосфильм». В нем приняли участие специалисты НИКФИ, «Мосфильма», «Ленфильма», а также главные инженеры киностудий страны, участвовавшие в семинаре в Болшево.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему повышению идейно-художественного уровня кинофильмов и укреплению материально-технической базы кинематографии» отмечается, что для повышения зрелищного потенциала надо поощрять создание кинофильмов, сложных в постановочном отношении, что требует, в частности, совершенствования техники и технологии комбинированных съемок. Заседание подвело итог достижениям последних лет в этой актуальной сфере кинопроизводства, дало оценку сделанному и наметило первоочередные задачи на будущее.

Открывая заседание, заместитель генерального директора — главный инженер киностудии «Мосфильм», председатель Всесоюзной комиссии по кинотехнике Союза кинематографистов СССР В. В. Чаадаев отметил, что в последние годы растет интерес к технике и технологии комбинированных съемок, которые позволяют значительно повысить зрелищный потенциал фильмов. Постоянно растет роль комбинированных съемок, они становятся сложнее, требуют более совершенной техники. Все чаще комбинированные съемки находят практическую реализацию в фильмах. К ним, например, можно отнести «Экипаж», с которого начался переломный момент в использовании комбинированных съемок, «Лунная радуга», «Ураган приходит неожиданно» и др. Очередным этапом в развитии комбинированных съемок в космической тематике стал фильм «Возвращение с орбиты». Широкое применение нашли комбинированные съемки и в фильме «Блистающий мир» по мотивам одноименного романа А. Грина киностудии «Мосфильм» (1984 г.), показанном участникам заседания.

Выступивший с докладом заведующий лабораторией киносъемочной техники НИКФИ А. В. Нисский дал общий обзор состояния техники и технологии комбинированных съемок на современном этапе. Докладчик выделил ряд проблем подчеркнув, что довоенные и послевоенные годы отмечены расцветом комбинированных съемок. Опыт тех лет не потерял своей ценности и в настоящее время. В наши дни у творческих работников кинематографа существует полярное отношение к комбинированным съемкам. Одни активно и широко используют их в процессе создания кинопроизведения, другие стараются избегать, ссылаясь на негативные стороны: медленное исполнение, затягивающее процесс съемок, низкое качество и др.

Далее А. В. Нисский рассказал о киносъемочных аппаратах для комбинированных съемок и других технических средствах, которые разработаны и выпускаются промышленностью в настоящее время о программе разработок техники и технологии комбинированных съемок на XII пятилетку.

Старший инженер технического отдела киностудии «Ленфильм» О. В. Друцкой остановился на методе синего экрана, который сейчас широко применяется за рубежом. Докладчик подробно рассказал о технологии этого метода, проиллюстрировав выступление рабочими роликами и таблицами. Участники заседания заинтересованно отнеслись к методу синего экрана, о чем наглядно свидетельствовало большое число вопросов, заданных докладчику.

О методе красного экрана, его преимуществах и недостатках, а также о машине трюковой печати «Оксберри» рассказал оператор киностудии «Мосфильм» В. В. Стальной. Он отметил, что достоинством методов синего и красного экранов является возможность съемки на улице при естественном освещении. В настоящее время киностудии «Мосфильм», «Ленфильм», имени А. П. Довженко занимаются вопросами инфраэкрана. В выступлении было подчеркнуто, что отказываться от этого метода еще рано. Синий, красный и инфраэкран должны дополнять друг друга. Доклад сопровождался показом рабочих роликов, демонстрирующих возможности машины «Оксберри».

Состоявшееся на киностудии «Мосфильм» обсуждение стало рабочим анализом одной из задач, сформулированных в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР. Настоятельная необходимость быстрого совершенствования техники и технологии комбинированных съемок, подчеркнутая в постановлении, ставит серьезные задачи перед специалистами киностудий, научно-исследовательских и конструкторских организаций, кинопромышленности.

О. Попова

□

К 75-летию профессора И. С. Голода

В июле 1984 г. исполнилось 75 лет доктору технических наук, профессору, заслуженному изобретателю СССР Иосифу Самуиловичу Голоду — видному ученому и специалисту отечественного кинематографа. Уже 50 лет он плодотворно трудится в области кинотехники как инженер, конструктор, исследователь, педагог.

И. С. Голод окончил Ленинградский институт киноинженеров в 1935 г., получив специальность инженера-механика по киноаппаратуре. С 1938 г. он работает на предприятиях Ленинграда: около пяти лет (1938—1942) руководит работой конструкторского бюро киностудии «Ленфильм», более десяти лет (1943—1954) трудится на заводе «Ленкинап». Двадцать лет (1954—1974) возглавляет отдел кинокопировальной аппаратуры ЦКБК. Глубокие знания, широкий кругозор, богатый опыт работы в кинопромышленности способствовали становлению И. С. Голода как крупного исследователя, постоянно нацеленного на решение наиболее насущных задач практики.

За время работы на заводе «Ленкинап» и в ЦКБК многие образцы киносъемочной, проявочной, кинокопировальной аппаратуры, разработанные под руководством И. С. Голода, удостоены медалей и дипломов ВДНХ, вошли в арсенал отечественной кинотехники.

С начала 40-х годов И. С. Голод ведет педагогическую и научно-исследовательскую работу в ЛИКИ. В 1944 г. он получил степень кандидата технических наук, а в 1968 защитил докторскую диссертацию.

Талантливый изобретатель и ученый И. С. Голод весь накопленный опыт и знания отдает многочисленным ученикам. Его педагогическую работу отличает высокий теоретический уровень и продуманный методический подход к решению задач производства, высокая требовательность к себе и студентам. Он автор многих книг, учебников, оригинальных статей, среди которых книги: «Киносъемочная аппаратура» (1951), «Проявочные машины» (1962), «Кинокопировальная аппаратура» (1962), «Механизмы и устройства кинокопировальной аппаратуры» (1981). Многие годы написанные им книги входят в число основных учебных пособий, одновременно они представляют работы, обобщающие достижения в соответствующих областях кинотехники. Научную и педагогическую деятельность профессор И. С. Голод успешно совмещает с активной общественной работой в секции науки и техники Ленинградского отделения Союза кинематографистов СССР, в специализированном ученом совете ЛИКИ.

Чуткий и доброжелательный человек И. С. Голод пользуется уважением товарищей по совместной работе, аспирантов и студентов. Редколлегия и редакция журнала присоединяются к многочисленным поздравлениям в адрес юбиляра и надеются на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

□

Авторские свидетельства

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ СТЕРЕОПАР

«Способ формирования изображений стереопар, основанный на сканировании анализируемого пространства подсвечивающим лучом в четных и нечетных кадрах в одну и ту же сторону и формировании изображения анализируемого пространства, отличающийся тем, что с целью повышения качества изображения и его разрешающей способности по глубине сканируют анализируемое пространство подсвечивающим лучом перпендикулярно направлению приема отраженного сигнала, причем апертура луча по высоте равна размеру анализируемого пространства по углу места, а ширина апертуры луча соответствует величине разрешения анализируемого пространства по дальности, смещают изображение анализируемого пространства в плоскости его изображения в четных кадрах в одну сторону от центра изображения, а в нечетных — противоположную сторону на величину, определяемую величиной разрешения анализируемого пространства по дальности».

Авт. свид. № 1050132, заявка № 3287995/19-09, кл. H04N9/54, приор. от 11.05.81, опубл. 23.10.83.

Авторы: Анисимова С. С., Ародзеро О. А., Бодягин В. А., Казаков А. С., Матвеев И. Н., Подпалый Ю. А., и Устинов Н. Д.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РАКУРСАМИ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ ТВ СИСТЕМЫ

«Устройство управления ракурсами стереоскопической ТВ системы, содержащее на передающей стороне первый блок привода, связанный кинематически через первую червячную передачу и первую и вторую планки с первой и второй платформами с расположенными на них соответственно первой и второй стереоскопическими телекамерами, при этом одни концы первой и второй планок установлены на первой оси вращения, расположенной на первой каретке, которая кинематически связана с первой червячной передачей, а другие концы первой и второй планок установлены на второй и третьей осях вращения, установленных на первой и второй платформах, первый блок привода подключен к пульту управления, а выходы первой и второй стереоскопических телекамер подключены к соответствующим стереовидеоконтрольным блокам приемной стороны, отличающееся тем, что с целью повышения точности управления на приемной стороне введен второй блок привода, связанный кинематически через введенные вторую червячную передачу, третью и четвертую планки с введенными третьей и четвертой платформами, на каждой из которых расположен стереовидеоконтрольный блок, при этом одни концы третьей и четвертой планок установлены на введенной четвертой оси вращения, расположенной на введенной второй каретке, которая кинематически связана с второй червячной передачей, другие концы третьей и четвертой планок установлены на введенных пятой и шестой осях вращения, установленных на третьей и четвертой платформах, при этом на первой и второй червячной передачах установлены введенные первый и второй датчики — преобразователи угла поворота в электрический сигнал, выход каждого из которых подключен соответственно к первому и второму входам введенного блока сравнения, выход которого подключен к входу второго блока привода».

Авт. свид. № 1053329, заявка № 2484137/18-09, кл. H04N9/54, приор. от 10.05.77, опубл. 07.11.83.

Автор Горелов Л. В.

Памяти В. Г. Лукачера

На 74 году жизни 18 мая 1984 г. скоропостижно скончался ветеран радиосвязи и телевидения, талантливый инженер Виктор Григорьевич Лукачер. Его первая трудовая вахта помечена 1925 годом, когда 15-летний юноша, сын моряка Черноморского флота В. Г. Лукачер стал радиотелеграфистом легендарного парохода «Теодор Нетте». Это и определило выбор профессии — весь его жизненный путь отмечен активной деятельностью в области радиосвязи и впоследствии телевидения.

На рубеже двадцатых— тридцатых годов В. Г. Лукачер работает радиоэлектриком, радиомонтером, осуществляя на деле программу развития радиовещания, радиофикации городов, сел и деревень. К этой работе, которой придавалось огромное политическое значение, страной были привлечены лучшие специалисты, в нее вложен и труд В. Г. Лукачера. Когда была открыта Всесоюзная сельскохозяйственная выставка он возглавил ее радиодом, создав весьма эффективную для того времени радиосистему информации и связи.

В 1938 г. В. Г. Лукачер становится главным инженером, а затем и директором фабрики звукозаписи. Здесь он много внимания уделяет освоению в массовом производстве отечественных грампластинок новых стандартов. В 1940 г. В. Г. Лукачер назначен главным редактором журнала «Радиофронт», это сейчас массовый журнал «Радио».

С 1941 г. офицер войск связи В. Г. Лукачер добровольно вступил в ряды действующей армии. Майор В. Г. Лукачер встретил победоносное окончание Великой Отечественной войны, командуя радиодивизионом специального назначения.

В послевоенные годы В. Г. Лукачер возглавил Главное управление Министерства связи СССР, много сил отдавая восстановлению этой важнейшей отрасли народного хозяйства. В период бурной и широкой телефикации страны он переходит на исследовательскую и конструкторскую работу. Возглавив лабораторию телевидения головной исследовательской организации Гостелерадио СССР, — ВНАИЗ (ныне ВНИИТР) В. Г. Лукачер активно участвует в разработке технологии ТВ вещания и образцов студийной ТВ аппаратуры.

Большую роль в успешном решении задачи развития в СССР цветного ТВ вещания играла и продолжает играть Междуведомственная комиссия по цветному телевидению, осуществляющая координацию работ различных министерств и ведомств. В. Г. Лукачер с 1972 г. возглавил рабочий аппарат этой комиссии, где проработал до последних дней жизни.

В последние годы В. Г. Лукачер работал над уникальными по широте и универсальности охвата материала сборниками по терминологии и истории развития телевидения.

Трудолюбивый, требовательный и принципиальный в работе В. Г. Лукачер всегда был чуток и внимателен ко всем, с кем его сталкивала жизнь.

Воинские и трудовые заслуги В. Г. Лукачера высоко оценены Родиной, он кавалер орденов Отечественной войны II степени, «Знак почета» и многих медалей.

Память о В. Г. Лукачере сохранится в сердцах всех, кто его знал.

УДК 778.534.2:778.68:778.5:621.397.13]:778.68

Расчет цветовоспроизведения фотографического изображения по характеристикам кинопленок. Полосин Л. Л., Сорри Э. А., Шкуго Е. Ф. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 7—12.

Изложена инженерная методика расчета координат цвета позитивного фотографического изображения по реальным характеристикам негативно-позитивного процесса. Показано, что точность расчета по предложенной методике является достаточной для анализа цветовоспроизведения в кинематографических и кинотелевизионных репродукционных процессах. Табл. 1, ил. 5, список лит. 14.

УДК 778.588:778.68]—52

Автоматизированное определение параметров коррекций при поэлементной печати кинофотоизображений. Васькин В. М., Овилко О. Г., Шрайбер С. И. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 12—22.

Рассмотрены результаты определения оптимальных параметров градационной и частотно-контрастной коррекции при поэлементной печати кинофотоизображений на электронно-копировальных приборах [ЭКП]. Автоматизация выбора оптимальных параметров поэлементной печати основана на оценке гистограммы оптических плотностей и гистограммы градиентов позитивной копии, являющейся результатом этапа математического моделирования градационных преобразований, выполняемых процессором ЭКП. Ил. 11, список лит. 8.

УДК 778.534.45:778.582]:621.38

Синхронный с изображением электронный монтаж фонограмм. Никульский Е. В. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 23—30.

Рассмотрены экспериментальный аппарат для синхронного с изображением электронного монтажа фонограмм и его система адресно-цифрового управления. Обсуждаются достоинства электронного монтажа и технология его проведения. Ил. 1.

УДК 778.534.45:771.531.351.4:778.6].023

Влияние оксиэтилцеллюлозы на качество раздельной обработки фонограмм цветных фильмокопий. Зуева Р. С., Константинова Т. В. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 31—34.

Исследовано использование оксиэтилцеллюлозы (ОЭЦ) в составе проявителя для повторной обработки фонограмм на цветных позитивных кинопленках. Показано, что замена карбоксиметилцеллюлозы на ОЭЦ в рецептуре вязкого проявителя позволяет повысить качество фотографических фонограмм цветных фильмокопий и снизить трудоемкость приготовления проявляющегося раствора. Табл. 4, ил. 2, список лит. 5.

УДК 621.397.61:681.772.7]:621.397.132]:681.325.5—181.4

Микропроцессорная система для автоматической настройки камер ЦТ. Бычков Б. Н., Дамбит В. А., Калинин Н. А., Кузнецов Н. Н., Ромашов Б. А., Тимофеев Б. С. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 35—41.

Рассмотрена система для автоматической настройки с помощью микро-ЭВМ передающих камер цветного ТВ. Проанализированы принципы построения системы, приведены алгоритм поиска экстремума целевой функции, структурная схема системы. Табл. 1, ил. 6, список лит. 9.

УДК 621.395

Расширение полосы частот телефонных каналов, используемых для репортажей. Терепинг А. А. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 42—43.

Рассмотрены две системы, используемые для передачи по телефонным каналам интервью и репортажей. Они позволяют расширить полосу частот этих каналов в 5—10 раз за счет полосы в области нижних частот. Ил. 4.

УДК 621.391.837:621.397.13

Фильтрация ТВ растра с помощью протяженного источника белого света. Лапидес А. А. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 43—45.

Исследованы требования к пространственной когерентности источника при фильтрации ТВ растра. Теоретически и экспериментально показано, что фильтрация осуществляется с помощью протяженного источника. Такое применение не вносит в откорректированное изображение дополнительных шумов и аппаратурно более просто, чем применение альтернативных методов фильтрации. Ил. 2, список лит. 8.

Рефераты статей, опубликованных в № 8, 1984 г.

УДК 621.375.026

Переносной усилитель мощности У067. Костюченкова Е. Н., Никифоров Ю. А., Тарасов Э. П. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 46—52.

Приведены основные технические данные усилителя мощности У067, созданного вместо усилителя У059. Рассмотрены отдельные узлы У067, которые отсутствуют в усилителе У059 или существенно отличаются от аналогичных его узлов. Ил. 7, список лит. 6.

УДК 778.5(437)+791.44.071.52(437)

Кино говорит изображением. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 53—57.

Публикуется беседа с одним из ведущих кинооператоров ЧССР Ф. Ульдрихом о принципах его творчества.

УДК 621.397.612

Генератор телевизионных сигналов. Буркацкий С.С. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 58.

Рассмотрена схема и принцип работы генератора контрольных ТВ сигналов. По сигналам генератора можно контролировать параметры телевизора и проводить их коррекцию. Ил. 1.

УДК 791.44.022:629.114].004.67]:658.387.4

Внедрение бригадной формы организации и оплаты труда при ремонте подвижного состава киностудии. Урбанович К. И. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 59.

Рассмотрены результаты внедрения бригадной формы организации и оплаты труда с применением коэффициента трудового участия в ремонтной мастерской автоцеха киностудии «Беларусьфильм».

УДК 621.397.61:681.772.7]:621.382

Полностью полупроводниковые ТВ камеры. Бушанский Ф. Р., Миленин Н. К. Техника кино и телевидения, 1984, № 8, с. 60—66.

Рассмотрены МФСИ и телекамеры на их основе зарубежных фирм; приведены их особенности и технические характеристики. Ил. 7, список лит. 27.

Технический редактор Л. Тришина

Сдано в набор 11.06.84. Подписано к печати 24.07.84. Т-13566
Формат 84×108 1/16 Печать высокая Усл. п. л. 8,4
Уч.-изд. л. 10,94 Тираж 6300 экз. Заказ 1539 Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический комбинат ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Чехов Московской области

DEAR FOREIGN READERS!

In each number of our monthly scientific-technical journal «Technica Kino i Televidenia» there are short abstracts in English of all published articles.
Subscription may be placed with the following firms:

НРБ
Местные отделения связи

ВНР
Местные отделения связи

PKHI 1900 Budapest
József nador ter 1

СРВ
Xunhasaba
32, Hai Ba Trung
Hanoi, R. S. Vietnam

ГДР
Alle Postämter

КНДР
Chulphanmul
Yok Cen Don
Weson, Pyongyang
R.R.P. de Corcé

МНР
Бюро Печати
ул. Ленина, 41
Улан-Батор, МНР

ПНР
Местные отделения связи

Oddzialy RSW "Prasa-Ksiażka-Ruch"

СРР
Местные отделения связи

DEP-Bucuresti

ЧССР
PNS-UED
Jindřišská 14
12505 Praha 1

PNS-UED
Gottwaldovo nám., 48
88419 Bratislava

Местные отделения ПНС

СФРЮ
"MLADOST"
Oour Vanjska Trgovina
Uvòz Casopisa
Ilica, 30
41000 Zagreb, SFRJ

"NOLIT"
Uvòz Casopisa
Terazije 13/VIII
11000 Beograd, SFRJ

"JUGOSLOVENSKA KNJIGA"
Terazije, 27/II soba 5
11000 Beograd, SFRJ

"PROSVETA"
Export-Import Agency
Terazije, 16/I
11001 Beograd, SFRJ

КНР
China National Publications
Import Corporation
P. O. Box 88
Peking, People's Republic of China

AUSTRALIA
NEW ERA BOOKS & RECORDS
64-68, Shepherd St.,
MARRICKVILLE N. S. W. 2204

GLOBUS VAZ
A-1206 WIEN
Höchstädtplatz, 3

ALGERIE
ENAMEP
38, rue Didouche Mourad, Alger

ARGENTINA
"SERGIO SZMID"
Av. Corrientes 1719 p. 6
1042 Cap. Fod., Buenos Aires

AFGHANISTAN
BAIHAQI
Book Publishing and Importing Institute
Kabul Afghanistan

BELGIQUE
Librairie Du Monde Entier S. A.
164, rue du Midi
1000 Bruxelles, Belgique

BRAZIL
"LIVRARIA VALENTINA ROZOV"
Rua 24 de Maio, 35, 3 Andar
Corjunto 312, São Paulo

GREAT BRITAIN
COLLET'S HOLDINGS, Ltd.,
Denington Estate, Wellingborough,
Northants, NN8 2QT

VENEZUELA
"DISTRIBUIDOKA TRANS-OCEANICA"
Apartado N40242
Caracas 104

GUINEE
"LIBRAPORT"
B. P. 270, Conakry
Guinee

GREECE
KULTURA
Genadiou st. 6 (Akademias)
Athens

SYNCHROUI EPOCHI
Str. Academias, 78
Athens 142

DENMARK
SPUTNIK BOGHAN. — DEL,
Vester Voldgade 11, 1552,
Copenhagen V

ARE
Al-Ahram
Al-Galaa St.
Cairo, ARE

INDIA
People's Publishing House (P.). Ltd
Rani Jhansi Road
New Delhi-110055
Phone: 529365—Grams "QAUMIKITAB"

Magazine Centre
2nd Floor, M. C. D. Bldg
D. B. Gupta Road, Paharganj
New Delhi-110055

Vijay Stores
Commissariat Bldg
1 st Floor, 231, D. N. Road
Bombay-400001

Bingsha Shatabdi
75/C, Park Street
Calcutta-700016

New Century Book House (P.), Ltd.
New Century Bldgs, 41-B
Sidco Industrial Estate, Ambattur
Madras-600098
Phone: 88563—Grams "Newlit"

ESPAÑA
LIBRERIA RUBINOS,
Alcala, 98
Madrid-9

ITALIA
LIBRERIA ITALIA — U.R.S.S.
Via Edilio Raggio, 1—10, 16124
Genova

Licosa S. A. LIBRERIA COMMISSIONARIA SANSONI,
Via Lamarmona 45, 50121 Firenze

SANTO VANASIA,
Via Mauro Macchi 58, 20124 Milano

70972

CANADA

CO-OP BOOKSHOP,
302 Notre Dame Ave., Winnipeg,
Manitoba, R3B 1P4

LIBRAIRIE NOUVELLES
FRONTIÈRES, Inc.,
185 rue Ontario est,
Montrèal, P. Q., Canada H2X 1H5

NORTHERN BOOK HOUSE,
P. O. Box 1000, Gravenhurst, Ont.,
POC 1G0

PEOPLE'S CO-OP BOOKSTORE,
1391 Commercial Dr.,
Vancouver, B. C., V5L 3X5

PERIODICA Inc.,
1155, Avenue Ducharme,
Outremont, QC, Canada H2V 1E2

PROGRESS BOOKS,
71 Bathurst Street, 3rd Floor, Toronto,
Ont., M5V 2P6

PROGRESS BOOKS EDMONTON,
10565 97 street,
Edmonton, Alberta.
Canada, T5H 2L4

TROYKA LIMITED
799 College St., Toronto, Ont., M6G
1C7

UKRAINSKA KNYHA,
962 Bloor Street West, Toronto, Ont.,
M6H 1L6

MEXICO

"SERVICIOS BIBLIOGRAFICOS
PALOMAR S. A."
Apartado Postal 42-045, C. P. 06400,
México, D. V.

HOLLAND

BOEKHANDEL PEGASUS,
Liedsestraat 25, Amsterdam

NORWAY

NARVESEN A. S.,
P. O. Box 6125, Oslo

PORTUGAL

"CENTRAL DISTRIBUIDORA
LIVREIRA", SARL
Av. Santos Dumond, 57-2°
1000, Lisboa

SYRIE

MAYSALOUN BOOKSHOP
maysaloun st.
P. O. Box 2675
Damas

USA

VICTOR KAMKIN, Inc.,
12224 Parklawn Drive, Rockville,
Maryland 20852

IMPORTED PUBLICATIONS, Inc.,
320 West Ohio St., Chicago, 111, 60610

ZNANIE BOOKSTORE,
5237 Geary Boulevard, San Fransisco
Ca, 94118

BUNDRESPUBLIK DEUTSCHLAND

Brücken-Verlag GmbH
4 Düsseldorf 1
Ackerstraße 3 (Worringerplatz) —
Postfach 1928

W. E. Saarbach GmbH
Ausland — Zeitungshandel
5 Köln 1
Follerstraße 2 — Postfach 10 16 10

Kubon und Sagner
Inhaber Otto Sagner
P. O. BOX 34 01 08
D-8000 München 34

Presse — Vertriebs — Gesellschaft mbH
Bürsenstraße 13-15
6 Frankfurt am Main

FINLAND

KANSANKULTTUURI OY,
Pl 111
00810 Helsinki 81

FRANCE

LIBRAIRIE DU GLOBE,
2, rue de Buci, 75006, Paris

LES LIVRES ETRANGERES S. A.,
10, rue Armand Moisant, 75737 Cedex
15, Paris

SUISSE

LIBRAIRIE ROUSSEAU,
36, rue J. J. Rousseau 1201 Genève.

PINKUS GENOSSENSCHAFT,
Froschaugasse 7, 8001 Zürich

SWEDEN

FÖRBUNDET SVERIGE —
SOVJETUNIONEN,
Katarinavägen 20 1 tr., 11645,
Stockholm

JAPAN

"NAUKA", Ltd.,
2-30-19, Minami-Ikebukuro,
Toshima-Ku, Tokyo 171

NISO-TOSHO, Ltd.,
1-5-16, Suido, Bunkyo-Ku, Tokyo

Техника кино и телевидения, 1984, № 8, 1—80

Цена 90 коп.