

Мир Кино

ТЕХНИКИ

АПРЕЛЬ–ИЮНЬ | 2(20)-2011 |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ | ОАО «НИКФИ» | ООО «ИПП «Куна» | Подписной индекс: 81923 в каталоге Роспечати

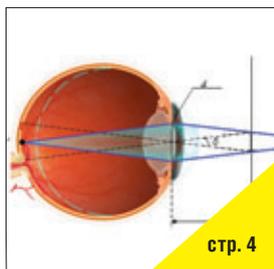
**СИСТЕМА
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
КАМЕРЫ
ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОЙ
СТУДИИ**

**ШИРОКОФОРМАТНЫЕ
СИСТЕМЫ
КИНЕМАТОГРАФА**

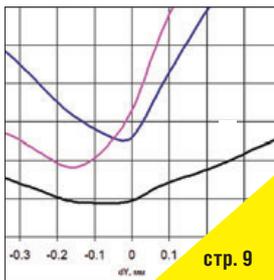
**МЕТОД
КОМПЬЮТЕРНОГО
ВЫРАВНИВАНИЯ
КАДРОВ
ОТСКАНИРОВАННОЙ
КИНОПЛЁНКИ**

**ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ
ОБЪЁМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ
В ЦИФРОВОМ СТЕРЕОКИНЕМАТОГРАФЕ**

№ 20 СОДЕРЖАНИЕ



стр. 4



стр. 9



стр. 27



стр. 43

Новости, обзоры

Новости 2

Вопросы теории

В.А. Елхов, Н.В. Кондратьев, Ю.Н. Овечкис, Л.В. Паутова
Особенности формирования объёмного изображения в цифровом стереоскопическом кинематографе 4

С. Озеров
Метод компьютерного выравнивания кадров сканированной киноплёнки 9

Вопросы сертификации и права

Д. Борисенко
Правовое регулирование отношений, возникающих между продюсером и авторами персонажей по договору авторского заказа 18

Доклады

А.К. Калифатиди, И.О. Рурина
Система позиционирования камеры для виртуальной студии 23

Технологии

М. Онипенко
Особенности работы кинооператора со светом в отечественном кинематографе в 60-80-е годы 27

Мастер-класс, семинары, новости SMPTE, отзывы

SMPTE Motion Imaging Journal, by Alessandro Rizzi, Majed Chanbah, пер. В. Сычёва
Перцепционная реставрация цветных фильмов 34

Страницы истории кино

Н.А. Майоров
Широкоформатные системы кинематографа 43

Требования для публикации научных статей в журнале «МИР ТЕХНИКИ КИНО»

1. Статья представляется на электронном носителе, либо по почте Kevin@paradiz.ru, объёмом не более 40 000 знаков.
2. Рисунки должны быть отдельно в JPG или TIF с разрешением не менее 300 dpi.
3. Статьи должны содержать (на русском и английском языках):
 - название;
 - аннотацию (краткую);
 - ключевые слова.
4. С авторами заключается лицензионное соглашение на публикацию.
5. Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Электронная версия www.elibrary.ru

Подписной индекс Роспечать: № 81923

Научно-технический журнал «Мир Техники Кино»
 Выходит 4 раза в год
 Издатель: ООО «ИПП «КУНА»
 Учредители: ОАО «НИКФИ», ООО «ИПП «КУНА»
 при поддержке Министерства культуры Российской Федерации

Руководитель проекта:
 Костылев Олег Юрьевич
 Главный редактор:
 Индлин Юрий Александрович, к.т.н.
 Выпускающий редактор:
 Захарова Тамара Владимировна
 Арт-директор, оформление обложки:
 Шишкин Владимир Геннадьевич
 Вёрстка и дизайн:
 Копышова Мария Васильевна
 Корректор:
 Сайкина Наталья Владимировна

Редакционный совет:
 Комар В.Г., проф., д.т.н., ОАО «НИКФИ»
 Белоусов А.А., проф., д.т.н., СПбГУКиТ
 Тихомирова Г.В., проф., д.т.н., СПбГУКиТ
 Сакварелидзе М.А., д.х.н., МКВИ
 Тимофеев А.Е., к.т.н., ОАО «НИКФИ»
 Перегудов А.Ф., к.т.н., СПбГУКиТ
 Блохин А.С., к.т.н., ОАО «НИКФИ»
 Лишин Л. Г., к.т.н., ВНИИТР
 Барский И.Д., к.т.н., ОАО «Кинотехника»
 Одинокос С.Б., к.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана
 Раев О.Н., к.т.н., МКБК
 Волков А.С., Министерство культуры РФ

Отпечатано в ООО «Типография ПАРАДИЗ»
 Объем 6,5 п.л. Заказ № 643.
 Тираж 1100 экземпляров.

Свидетельство о регистрации
 СМИ-ПИ № ФС77-28384 от 23 мая 2007 года.

Перепечатка материалов осуществляется только с разрешения редакции, ссылка на журнал обязательна. Редакция не несёт ответственности за достоверность сведений о рекламе и объявлениях. Мнение редакции не всегда совпадает со взглядами авторов статей.

www.mtk-magazine.ru, e-mail: kevin@paradiz.ru
 телефон (факс): +7 (495) 795-02-99, 795-02-97



Мир Кино
ТЕХНИКА

Cinema
PRODUCTION
SERVICE



■ 02 марта 2011 года в редакции МТК прошло заседание Организационного комитета Конкурса на лучшую научную статью в журнале. На конкурс было подано 8 статей.

Статьи оценивались по пятибальной системе и по критериям опросного листа. Решение было не присуждать третьей премии, дипломы и премии вручить на CPS выставке.

■ С 15 по 17 марта в Москве в ЭКСПОЦЕНТРЕ на Красной Пресне прошла 8-я Международная специализированная выставка «CPS /Cinema Production Service». В день открытия 17 марта состоялось награждение победителей Конкурса на лучшую научную статью в научно-техническом журнале «Мир техники кино».

Диплом 1 степени и денежная премия были вручены аспиранту МКВИ Павлу Чадаеву за статью «Антистатические компоненты защитного слоя светочувствительных материалов». Светочувствительные материалы, содержащие в защитном слое эти компоненты, могут применяться в авиации.

Грамота была вручена аспиранту МГТУ им. Н.Э. Баумана Сергею Шамаеву за статью «Особенности схмотехники высокоэффективных осветительных систем цифровых видеопроекторов на базе светодиодов». Сама работа и предложение интересны, но пока нет практического воплощения.

Поздравляем ребят с победой! Надеемся, что в будущем году молодых конкурсантов будет больше.

Огромное СПАСИБО спонсорам Конкурса: ОАО «Кинотехника», ООО «ИПП «Куна», ОАО «НИКФИ».

■ 24–26 марта 2011 года в Москве в Международном выставочном центре «Крокус-экспо» состоялся Седьмой Всероссийский форум-выставка «Госзаказ 2011», в которой принял участие Департамент экономики и финансов Минкультуры России. Подробнее о форуме-выставке читайте на сайте Министерства культуры РФ.

■ 21–22 апреля в Москве в МКВИ прошла 3-я международная научно-техническая конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других от-

слях». Цель конференции – обмен информацией, комплексный анализ и выработка путей совершенствования отечественного 3D кинематографа от киносъёмки до кинопоказа. На конференции были представлены доклады о российских разработках (МГТУ им. Н.Э. Баумана, докладчик А.Ф. Ширанков – 3D видеокамера на основе одноканальной однообъективной схемы). Очень интересными были доклады о виртуальных системах для лучшего восприятия и большей наглядности в учебных процессах, в музейных пространствах («3D-лига», ООО «РУТЕК»). На этой конференции прошло награждение дипломом и грамотой (кто не смог приехать на выставку CPS) участников Конкурса на лучшую научную статью в журнале «Мир техники кино»:

Диплом второй степени и денежная премия были вручены аспирантке МГТУ им. Н.Э. Баумана Анне Борисановой за статью «Измерение амплитудно-фазовой модуляционной характеристики жидкокристаллического модулятора света, используемого в системе голографической памяти». Проводимое исследование направлено на поиск параметров схемы модуляции страниц данных, соответствующих требованиям системы голографической памяти.

Грамотой награждён аспирант СПбГУКиТ Александр Авдеев за статью «Исследование экспоненциальных и конических рупорных громкоговорителей и создание метода их проектирования. Часть 1. Экспериментальное исследование «критической частоты» экспоненциального рупорного громкоговорителя. Часть 2. Экспериментальные исследования направленности этих громкоговорителей». Проведённые исследования и практическая работа заслуживают признания, но работа ещё не завершена.

■ 12 мая в Москве, в НИКФИ прошла пятая Научно-практическая конференция, посвящённая 70-летию начала регулярного показа стереофильмов в СССР. Организаторами конференции выступили Министерство культуры РФ, ОАО «НИКФИ» и ГОСФИЛЬМОФОНД РФ. На конференции с докладами выступили: Н. Майоров (он участвовал в восстановлении стереокинофильмов, хранящихся в Госфильмофонде РФ (МТК



№1 (19) 2011 г.), А.С. Мелкумов, С.Н. Рожков (ОАО «НИКФИ») и Г.И. Рожкова (ИППИ им. Харкевича). Доклады сопровождались показом уникальных фрагментов отечественных стереофильмов, восстановленных в цифровом формате.

■ 20–22 мая в Доме творчества кинематографистов «Репино» прошла научно-техническая конференция Гильдии кинотехников СК РФ и Санкт-Петербургского отделения СК РФ. Открыл конференцию и.о. Ректора СПбГУКиТ профессор А.Д. Евменов.

В докладах отмечалось, что университет обеспечивает высокий уровень подготовки по базовым инженерным дисциплинам. Сложившаяся ситуация требует внесения изменений в программы преподавания специализированных кинотехнических предметов. Это связано с разделением обучения на бакалавриат и магистратуру, с изменением структуры отечественной кинопромышленности и необходимостью соответствующего сдвига акцента образования от приборостроения к методам и технологиям, с изменениями в областях трудоустройства выпускников и другими причинами. Состоялась интересная и полезная дискуссия по обсуждавшимся вопросам.

В конференции приняли участие сотрудники ведущих кинотехнических предприятий России. Вниманию слушателей были представлены доклады:

– В.В. Перепичай (МКБК) «Опыт продвижения на международный рынок отечественного стереокомплекса ZEPAR с системой дистанционного управления параметрами стереосъёмки ULEX»;

– А.И. Мирошников (ЗАО НИКФИ) «Инновационные разработки по проблемам адаптации лиц с ограниченными возможностями»;

– В.А. Сычёв (ОАО «НИКФИ») «Работы НИКФИ в области международной и национальной стандартизации. Разработка новых международных стандартов на кинопроекцию и на параметры стереопар».

■ 23 мая во Всероссийском государственном университете кинематографии им. С.А. Герасимова прошло собрание членов Попечительского Совета одного из старейших ВУЗов страны. Речь шла и о том, каким быть кинообразованию в России, обсуждались перспективные направления профессионального образования как важнейшего фактора развития отечественной экранной культуры, роль ВГИКа в развитии кинопроцесса, подготовки кадров кино и телевидения. <http://www.proficinema.ru/news/detail.php>. ■

Необходимое финансирование в год «Союзмультфильма» по результатам анализа Movie Research

Направление анимационного кино	Орган, принимающий решение	Объем производства, млн.	Объем госфинансирования, млн руб.	Критерии оценки эффективности завершенного проекта
Короткометражное	Министерство культуры РФ	430	130,0	<ul style="list-style-type: none"> Суждения экспертных советов и критиков; Призы и номинации на фестивале.
Анимационные сериалы и альманджи	Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям	Альманджи - 250 Сериалы - 1200	Альманджи - 120,0 Сериалы - 240,0	<ul style="list-style-type: none"> Общественный резонанс, количество упоминаний в СМИ; Призы фестивалей; Показатели охвата аудитории
Полнометражное	Фонд кино	320	300,0	<ul style="list-style-type: none"> Финансовая отдача; Показатели охвата аудитории
Итого: 790 млн руб.				



19 марта 2011 года ушла из жизни Нонна Сергеевна Ковалевская, кандидат технических наук, почётный кинематографист России, член Союза кинематографистов, российской секции SMPTE, российского комитета ISO, российского комитета IЕ, член редакционно-совета журнала «МТК».

Более 40 лет жизненного пути Нонны Сергеевны связано с Научно-исследовательским кино-фотоинститутом. Она работала с учёными – основоположниками и классиками отечественной звукотехники и переняла от них не только знания и опыт, но и традицию преданного и бескорыстного служения науке, кинематографу и институту, пройдя путь от лаборанта и инженера до руководителя лаборатории и первого заместителя Генерального директора ОАО «НИКФИ».

Основные научные интересы Нонны Сергеевны лежали в сфере техники и технологии записи и воспроизведения звука, испытания магнитных и фотографических фонограмм. Она была крупнейшим специалистом в этой области, к её авторитетному мнению обращались специалисты студий звукозаписи и кинотеатров, технологи фильмовых архивов, проектировщики киносъёмочных павильонов и концертных залов. Многие бесценные фонограммы были спасены благодаря разработанной ею технологии цифровой реставрации и перезаписи.

Другой областью производственной и научной деятельности Нонны Сергеевны была национальная и международная стандартизация, и связанные с ней метрология и сертификация технического качества кинотеатров. На протяжении многих лет она возглавляла испытательную лабораторию НИКФИ. Высочайшая квалификация и талант инженера и учёного позволяли ей с успехом решать и научные и производственные задачи, внося значительный вклад в развитие российского кинематографа.

Последним проектом Нонны Сергеевны стало блестящее проведение в Москве летом 2010 года 21-го Пленарного заседания технического комитета «Кинематография» Международной организации по стандартизации (ISO). Впервые за несколько последних десятилетий Российская делегация во главе с Нонной Сергеевной не только принимала активное участие в работе Пленума, но и выступила инициатором разработки двух стандартов, необходимых отечественной киноиндустрии. Инициатива была поддержана участниками, и в настоящее время НИКФИ готовит по ним черновые проекты.

Несмотря на огромную занятость Нонна Сергеевна всегда оставалась человеком, отзывчивым и внимательным к чужой боли, искренне разделяющим чужую радость. Глубокая внутренняя интеллигентность и деликатность сочеталась в ней с прямотой и порядочностью в общении и с коллегами и товарищами по работе, и с деловыми партнёрами.

В наших сердцах останется благодарная память о замечательном человеке, так много сделавшем для нас, для НИКФИ, для кино, и останется тяжесть невосполнимой утраты.

Редакционный совет научно-технического журнала «Мир техники кино», дирекция и сотрудники НИКФИ и ОП НИКФИ



ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЁМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ в цифровом стереоскопическом кинематографе

д.ф.-м.н. В.А. Елхов,
Н.В. Кондратьев,
д.т.н. Ю.Н. Овечкис,
к.т.н. Л.В. Паутова,
ОАО «НИКФИ»



Аннотация

Рассмотрены два аспекта ограничений, связанных с восприятием стереоскопического изображения в кинематографе, причём с учётом его цифрового характера. Первый – дискомфорт восприятия, вызванный разрывом аккомодации и конвергенции, второй – «кулидность»

стереоизображения при кинопоказе, обусловленная дискретностью в цифровом кинематографе.

Ключевые слова: стереоскопический кинематограф, цифровой кинематограф, аккомодация, конвергенция, глубина резкости, физиология восприятия.

FEATURES OF THE STEREOSCOPIC IMAGE FORMATION IN A DIGITAL 3D CINEMA

V. Elkhov, N. Kondratiev, Yu. Ovechkis, L. Pautova

Abstract

Two aspects of the restrictions connected with perception of the three-dimensional image in a cinema, and taking into account its digital character are considered. The former – the discomfort of perception caused by rupture of accommodation and convergence, the latter – fixed planes of the stereo image at the film display, caused by discontinuity in a digital cinema.

Keywords: stereoscopic cinematography, digital cinematography, accommodation, convergence, depth resolution, perception physiology.

■ Триумфальное шествие «Аватара» (слово стало нарицательным и не требует пояснений) по мировым экранам подняло новую мощную волну интереса к стереоскопическому кинематографу. Безусловно, этому способствовали и объективные обстоятельства – возможности стереоскопического кинопоказа вышли на новый качественный уровень, благодаря заметному прогрессу в технике и технологии цифрового кинематографа. Сюда следует отнести появление мощных компьютерных средств, в том числе программного обеспечения для обработки и преобразований изображения, цифровых проекторов и серверов, цифровой съёмочной техники и пр.

Пожалуй, немногим меньше появилось суждений об «экологичности» стереоскопического кинематографа. В печати прошли многочисленные сообщения о массовых жалобах зрителей на головные боли, недомогания,

головокружения, возникающие после (или во время) просмотра стереоскопических фильмов. Безусловно, наличие связи этих жалоб непосредственно с просмотром требует тщательного изучения, но возможность такой связи очевидна. Действительно, стереоскопический просмотр характеризуется целым рядом отличий от привычного для нас плоского просмотра или наблюдения реальных объектов. Прежде всего, это так называемый разрыв между аккомодацией и конвергенцией – глаза сфокусированы на экран, а глазные оси направлены на точку, расположенную вне плоскости экрана. Отсутствует возможность пусть и небольшого, но оглядывания изображения. Вместо этого при смещении головы наблюдателя имеет место неестественное перемещение объектов в пространстве.

Особенности цифрового кинематографа также вносят дополнительные факторы неестественного восприятия,

связанные как с дискретностью, так и попеременным показом правого и левого ракурсов стереоизображения.

Несмотря на то, что публикации, посвящённые этим проблемам, начали появляться (а точнее, возобновились) в научной периодике [1–3], тем не менее, полноценный ответ на вопрос о безопасности (или возможных проблемах) стереоскопического кинематографа требует глубокого изучения. Для этого необходимо привлечь специалистов как в области кинематографа, оптики, акустики, так в области медицины – офтальмологов, психологов, возможно и др. Отметим, что такие исследования проводились в 50-х – 60-х годах прошлого столетия, в том числе в НИКФИ, однако с появлением новых средств съёмки и показа стереокино эти разработки требуют существенного обновления.

В данной работе мы хотим рассмотреть два аспекта ограничений, связанных с восприятием стереоскопического изображения в кинематографе, причём с учётом его цифрового характера.

Первое – это основное ограничение, вызванное пресловутым разрывом аккомодации и конвергенции.

Второе – ограничения, связанные с дискретностью изображения при демонстрации.

1. Требования к глубине сцены для обеспечения комфортного восприятия стереоскопического изображения

Итак, напомним, что понимается под разрывом между аккомодацией и конвергенцией (рис. 1). Как видно из рисунка, глаза сфокусированы на плоскость экрана, а сконвергированы на некоторую точку O_1 (или O_2), расположенную вне его плоскости. Тогда абсолютная величина разности углов α_3 и $\alpha_{1,2}$ характеризует разрыв между аккомодацией и конвергенцией.

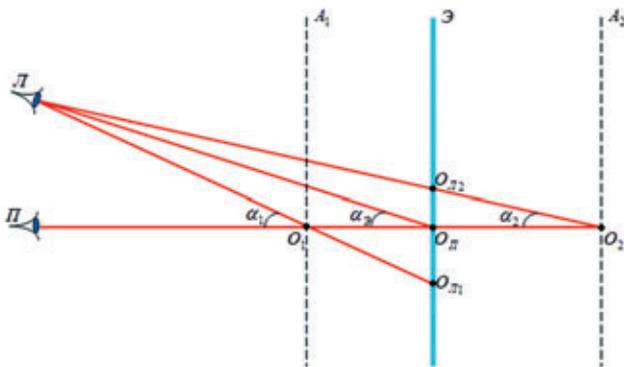


Рис. 1. Формирование стереоскопического изображения точечных объектов O_1 и O_2

В литературе имеется множество весьма разнородных данных о допустимой величине этой разности, при которой стереоизображение воспринимается ещё достаточно комфортно. Так, Н.А. Валюс [4] и ряд других авторов [5, 6, 2] приводят величину 70–110 минут. Встречается другое значение, существенно превосходящее данное, а

именно $3,72^\circ$ [7]. Однако нам не удалось найти в доступной литературе достаточно подробные сведения, поясняющие, как эти величины получены, теоретически или экспериментально, по каким методикам, каким экспериментам и т.д.

Поэтому мы предлагаем, используя исключительно основные положения физиологии зрения и геометрической оптики, определить ограничения на разрыв аккомодации и конвергенции, которые будут, по крайней мере, достаточными условиями комфортности восприятия.

За основу рассуждений взято положение, что если область стереоскопического изображения не выходит за пределы глубины резкости глаза, сфокусированного на плоскость экрана, то это стереоскопическое изображение будет восприниматься комфортно. Такое положение постулировалось в недавних публикациях Г.И. Рожковой и Н.Н. Васильевой [1], а также Дэвида Вуда [8]. Нам кажется такое соображение вполне разумным, и, основываясь на нём, в данной статье мы провели анализ ограничений возможной глубины стереоскопического изображения, что не было сделано в указанных работах.

Итак, рассмотрим глаз, который как любой оптический элемент строит на сетчатке изображение некоторой точки O , расположенной в плоскости экрана (рис. 2). Тогда для любой точки, расположенной между некоторыми плоскостями A_1 и A_2 , угловой размер пятна размытия на сетчатке не будет превышать некоторой величины δ .

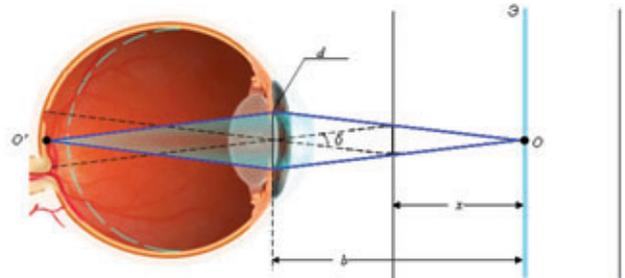


Рис. 2. К определению глубины резкости глаза

Путём несложных геометрических построений и математических преобразований получим, что расстояние x до каждой из плоскостей A_1 и A_2 зависит лишь от диаметра зрачка глаза d и расстояния b от глаза наблюдателя до экрана:

$$x = \frac{b^2 \delta}{d \pm b \delta} \quad (1)$$

Здесь верхний знак соответствует плоскости в предэкранном пространстве, а нижний – в заэкранном.

Согласно оговоренному выше положению, достаточным условием того, чтобы стереоизображение внутри этих двух плоскостей воспринималось комфортно, нужно, чтобы величина δ являлась именно угловым разрешением глаза.

С другой стороны расстояния от экрана до этих плоскостей (рис. 1) определяют максимальные параллаксы стереоизображения или разность между углами конвергенции глаз и аккомодации $\Delta\alpha_{1,2} = |\alpha_{1,2} - \alpha_3|$.

Проведя соответствующие преобразования, получаем, что максимальный разрыв между аккомодацией и конвергенцией (разность углов) определяется совершенно простой формулой:

$$\Delta\alpha_{1,2\max} = \delta_{\text{гн}} B/d$$

где $\delta_{\text{гн}}$ – угловое разрешение глаза, $B = 65$ мм – глазной базис, $d = 4$ мм – диаметр зрачка глаза.

Подставляя значения, получаем: $\Delta\alpha_{1,2\max} = 16 \delta_{\text{гн}}$

Теперь непосредственно о числовом значении величины $\delta_{\text{гн}}$. Вполне логично считать, что эта величина должна выбираться для конкретной системы формирования стереоскопического изображения и должна соответствовать разрешению этой системы. Так, для кинематографа согласно шкале, предложенной В.Г. Комаром [9], отличное качество киноизображения имеет место при разрешении 1–2 минуты. Также 2 минуты примерно соответствуют первому ряду в цифровом кинематографе с разрешением 2К (при этом для первого ряда угловой размер экрана по высоте составляет 35 градусов).

Принимая эту величину за достаточную, получаем, что условием комфортного восприятия стереоизображения в кинематографе является следующее утверждение: разрыв между аккомодацией и конвергенцией не должен превышать 30 минут. Подчеркнём ещё раз, что это условие достаточное, т.е. достаточно его выполнить, и отсутствие нежелательных последствий при просмотре, связанных с рассматриваемым фактором риска, будет гарантировано.

Обратимся вновь к цифрам, которые приводятся в литературе Н.А. Валюсом и др. [4–6] и определяют условия комфорта 70–110 минут. Приведя их к величине $\delta_{\text{гн}}$, получаем 4,4–6,8 минут для углового разрешения наблюдения. В соответствии со шкалой В.Г. Комара [9], это соответствует оценке «удовлетворительное качество» и в какой-то степени поясняет приведённые выше менее жёсткие величины условия комфортного восприятия.

Однако следует понимать, что такое рассуждение весьма условно и требует широкого экспериментального подтверждения для различных зрительских групп, в то время, как полученные нами достаточные условия комфортного восприятия стереоскопического изображения (30 минут) выведены на основе вполне строгих рассуждений.

На рис. 3 представлены графики зависимостей максимальных расстояний в предэкранной (красные кривые) и заэкранной (синие кривые) областях пространства от расстояния наблюдения, соответствующие формуле (1) при $\delta = \delta_{\text{гн}} = 2'$ (сплошные кривые). Здесь же для сравнения представлены аналогичные зависимости для условия, когда разрыв между аккомодацией и конвергенцией составляет 70 минут (штриховые кривые).

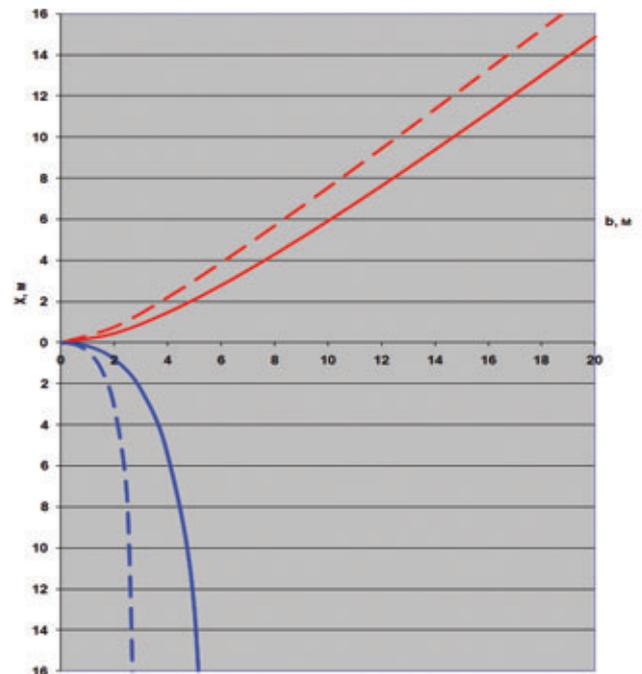


Рис. 3. Графики зависимостей максимальных расстояний x от расстояния наблюдения

Рассмотрим несколько конкретных примеров.

Пусть зритель расположен от экрана на расстоянии 7 метров. Зона комфортного восприятия будет 3,5 м от экрана в предэкранном пространстве и до бесконечности в заэкранном. Для зрителя, сидящего в 10 метрах от экрана, имеем 6 м перед экраном и бесконечность за экраном; для зрителя, расположенного в 15 м от экрана – соответственно 10 м и бесконечность. Как видно, эти расстояния вполне приемлемы для демонстрации объёмного изображения и подчёркивания его особенностей. При этом всякие неудобства, связанные с основным экологическим, как сейчас принято говорить, недостатком стереоскопического кино – разрывом между аккомодацией и конвергенцией, должны полностью отсутствовать.

2. «Кулисность» в цифровом стереоскопическом кинематографе

Рассмотрим особенность стереопоказа, свойственную именно цифровому кинематографу. Имеется в виду – принципиальная «кулисность», т.е. неизбежное разбиение наблюдаемого объёмного изображения на совокупность плоскостей, параллельных экрану. Это вызвано дискретным, пиксельным характером формирования изображения.

На рис. 4 схематически изображено формирование изображения некоторой точки A_n , находящейся для простоты на оси правого глаза, перпендикулярной экрану. Поскольку изображение на экране \mathcal{E} сформировано отдельными фиксированно расположенными пикселями, то нетрудно видеть, что и стереообраз может быть расположен только в некоторых фиксированных плоскостях, параллельных экрану. Для нашего частного случая стереообразы (точки

A_n) размещены дискретно на оси правого глаза, перпендикулярной экрану.

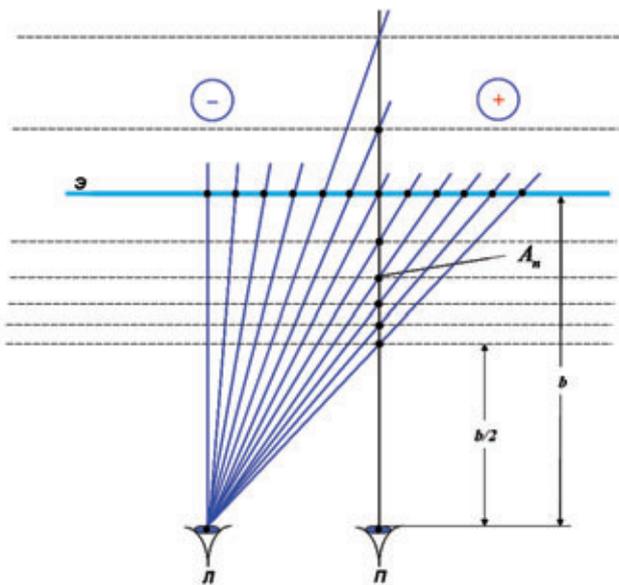


Рис. 4. Формирование «кулис» стереоскопического изображения

Таким образом, если размер пикселя равен Δ , то общее число планов стереоизображения, расположенного в заэкранной области, составит V/Δ , где V – глазной базис (65 мм). Ровно столько же плоскостей стереоизображения формируется в предэкранной области между экраном и серединой расстояния до зрителя. При этом, как видно из рис. 4, расстояние между этими плоскостями (кулисами) равномерно увеличивается от зрителя к экра-

ну и далее доходит до бесконечно большого в бесконечности за экраном.

Нетрудно показать, что расстояние x_n от экрана до этих плоскостей определяется выражением:

$$x_n = n\Delta b / (V + n\Delta),$$

где b – расстояние от зрителя до экрана, n – номер пикселя (нулевой – на оси правого глаза), Δ – расстояние между соседними пикселями.

О каких величинах расстояний между «кулисами» идёт речь? В таблицах 1 и 2 приведены результаты расчётов положений плоскостей локализации стереоизображения (кулис) и расстояний между ними для двух кинотеатров с экранами шириной 22 м и 13 м. Предполагается, что изображение формируется с разрешением 2К, а зрители расположены в первом и последнем ряду для каждого случая.

Во-первых, сразу отметим, что число «кулис» в заэкранном пространстве от плоскости экрана и до бесконечности и столько же в предэкранном от экрана до середины расстояния до зрителя – всего 6 для большего экрана и 10 для меньшего. Именно столько пикселей на экране укладывается в глазной базе для выбранных параметров экрана.

Для большего экрана и зрителя, находящегося в первом ряду (16 м до экрана), 1-я «кулиса» за экраном расположена на расстоянии 3,2 м от экрана (нулевой «кулисы»), а первая «кулиса» перед экраном находится от него на расстоянии 2,3 м. Для последнего ряда (30 м до экрана) аналогичные расстояния составляют 6 м за экраном и 4,3 м – перед ним.

Табл. 1. Результаты расчётов положений плоскостей локализации стереоизображения (кулис) и расстояний между ними для кинотеатра 1 (Ширина экрана 22 м, разрешение 2К)

Расстояние до изображения (м)	Расстояние между «кулисами» (м)	Расстояние до экрана (м)	Расстояние до изображения (м)	Расстояние между «кулисами» (м)	Расстояние до экрана (м)
180	90	30	96	48	16
90	30	30	48	16	16
60	15	30	32	8	16
45	9	30	24	4,8	16
36	6	30	19,2	3,2	16
30	4,3	30	16	2,2	16
25,7	3,2	30	13,7	1,7	16
22,5	2,5	30	12	1,3	16
20	2	30	10,6	1,1	16
18	1,6	30	9,6	0,9	16
16,4	1,4	30	8,7	0,7	16
15	1,2	30	8	0,6	16

Табл. 2. Результаты расчётов положений плоскостей локализации стереоизображения (кулис) и расстояний между ними для кинотеатра 2 (Ширина экрана 13 м, разрешение 2К)

Расстояние до изображения (м)	Расстояние между «кулисами» (м)	Расстояние до экрана (м)	Расстояние до изображения (м)	Расстояние между «кулисами» (м)	Расстояние до экрана (м)
40	6,7	20	18	3	9
33,3	4,8	20	15	2,1	9
28,6	3,6	20	12,9	1,6	9
25	2,8	20	11,3	1,3	9
22,2	2,2	20	10	1	9
20	1,8	20	9	0,8	9
18,2	1,5	20	8,2	0,7	9
16,7	1,3	20	7,5	0,6	9
15,4	1,1	20	6,9	0,5	9
14,3	1	20	6,4	0,4	9
13,3	0,9	20	6	0,4	9
12,5	0,7	20	4,5	0,2	9

В случае меньшего экрана – для первого ряда (9 м от экрана) – примерно 1 м в обе стороны, для последнего ряда (20 м от экрана) – 2,2 м за экраном и 1,8 м – перед ним.

Как мы видим, величины расстояний между «кулисами» составляют до 20% расстояния до них от зрителя, что весьма существенно и визуально различимо. Этот эффект «кулисности» неоднократно отмечался как нами, так и рядом других зрителей при просмотре цифровых стереоизображений (динамических и статических). «Кулисность» особенно заметна, когда поперечный размер изображения объекта или его значимого фрагмента меньше расстояния между соответствующими соседними «кулисами».

Однако, в случае объектов съёмки, выходящих за пределы соседних «кулис», эффект «кулисности» мало заметен, что объясняется, по-видимому, сглаживающей работой зрительного аппарата. Именно это следует учитывать при построении сцены для съёмки стереоскопического кино, предназначенного для цифрового кинопоказа.

3. Заключение

В работе проведён анализ двух видов ограничений, характерных для конкретных геометрических параметров цифрового стереоскопического кинематографа – разрыв между аккомодацией и конвергенцией и эффект «кулисности» при демонстрации. Определены границы допустимого пространства стереоскопического изображения, не выходящие за пределы глубины резкости глаза наблюдателя, обеспечивающие отсутствие нежелательных ощущений при просмотре, вызванных указанным раз-

рывом. Определены также места расположения формируемых в цифровом стереоскопическом кинематографе «кулис» объёмного изображения и показана существенная реальность их заметности при просмотре. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Рожкова Г.И., Васильева Н.Н. Сравнительные трудности восприятия фильмов в 2D и 3D форматах. МТК № 16, с. 12–18, 2010.
2. Васильева Н.Н., Рожкова Г.И., Рожков С.Н. О пользе и вреде современных технологий формирования стереокиноизображений для людей с различным состоянием зрительных функций. МТК № 19, с. 7–15, 2011.
3. Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В. Анализ параметров многообъективной съёмки в системе безочкового кинопоказа многокурсовых стереоизображений. МТК № 17, с. 2–7, 2010.
4. Валюс Н.А. Стерео фотография. Стерео кино. Стерео телевидение. М: «Искусство», 1986.
5. Шмаков П.В., Колин К.Т., Джакония В.Е. Стереотелевидение (чёрно-белое и цветное). Учебное пособие для вузов связи / Под ред. П.В. Шмакова. – М.: Связь, 1968.
6. Гребенников О.Ф., Тихомирова Г.В. Основы записи и воспроизведения информации. СПб, СПбГУКиТ, 2002.
7. Мамчев Г.В. Условия воспроизведения высококачественных изображений в стереоскопическом кинематографе. Вестник СибГУТИ № 4, с. 3–10, 2009.
8. Wood D. Understanding Stereoscopic Television and its Challenges. SMPTE Motion Imaging Journal, p. 39–44, October 2010.
9. Комар В.Г. О резкости изображения в кинематографе. Журнал ТКИТ № 10, с. 1–11, 1962.



МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО ВЫРАВНИВАНИЯ КАДРОВ сканированной киноплёнки

С. Озеров,
программист
в компании
Align Technology, США



Аннотация

В статье рассматривается вопрос коррекции неустойчивости киноизображения, полученного при оцифровке киноплёнки на фильм-сканере. Даются краткий обзор подходов и проблем, возникающих при решении данного вопроса, и на основе их анализа предлагается метод специальной предварительной обработки изображений, позволяющий уменьшить возникающие в этих подходах ошибки. Также предлагается способ дальнейшего повышения точности стабилизации за счёт анализа положения нескольких перфорационных отверстий вместо одного. Приводится один из возможных алгоритмов реализации обоих названных усовершенствований и описываются полученные с его помощью результаты.

Ключевые слова: кинокадр, неустойчивость, стабилизация, предварительная обработка.

A METHOD FOR DIGITAL STABILIZATION OF IMAGE IN SCANNED FILM

The article is devoted to improving precision of digital image stabilization methods used to reduce unsteadiness introduced on film scanners. A special image reprocessing method is proposed that can significantly improve precision & reliability of common stabilization approaches that try to detect and stabilize locations of film perforations in scanned image. A particular implementation of this method is described, that also make efficient use of locations of all perforations available in scanned image. Then proposed algorithm is shown to compare favorably with other commonly used stabilization methods.

Keywords: frame, unsteadiness, stabilization, reprocessing.

Введение

Сканирование (оцифровка) киноплёнки является одной из типовых операций современной кинематографии [1]. Это связано с тем, что при текущем уровне развития вычислительной техники фильм намного проще хранить, монтировать и обрабатывать именно в цифровом виде, даже если для его съёмки и последующего показа используется всё ещё сохраняющая ряд важных преимуществ киноплёнка. Как следствие, аккуратность и точность сканирования плёнки сегодня стала одной из важных характеристик кинематографического процесса.

Для оцифровки киноплёнки используется специальное оборудование – фильм-сканеры. Одним из предъявляемых к ним требований является обеспечение высокой устойчивости положения получаемых с их помо-

щью изображений кадров киноплёнки. Любой реальный фильм-сканер вносит определённые погрешности в копируемое им изображение, определяемые механической точностью лентопротяжного механизма, точностью механизма перемещения сканирующего элемента и точностью расположения перфорационных отверстий плёнки. Из-за естественного износа всех этих компонентов добиться здесь идеальной точности бывает очень сложно. Вместе с тем из-за малых размеров сканируемой области даже небольшие погрешности могут заметно сказываться на качестве кинопоказа.

Использование цифрового представления кинофильма позволяет решить проблему обеспечения устойчивости кинокадра, не прибегая к совершенствованию механической части сканера. Для этого в технологическую цепочку обработки киноплёнки вводят дополнительную

операцию цифровой коррекции неустойчивости изображения, которая автоматически определяет и исправляет возникшие при сканировании погрешности. Стабильность киноизображения после подобной цифровой коррекции соответствует уровню, получаемому при использовании лучших механических устройств, но в отличие от них слабо зависит от степени сохранности киноплёнки. Кроме того, при современном уровне развития техники, подобная цифровая коррекция обходится дешевле, чем использование прецизионной механики в сканерах. Всё это делает её весьма востребованной и важной операцией в современной кинематографии.

Ранее [2] уже публиковался обзор некоторых распространённых программ для проведения цифровой коррекции неустойчивости изображений. Там же рассматривался один из альтернативных методов, специализированный для стабилизации сканированных изображений киноплёнки по положению отверстий перфорации. В данной статье описывается ещё один метод стабилизации, разработанный для созданного в ОАО «НИКФИ» сканера 70-мм киноплёнок, ориентированного на работу с архивными материалами.

Основные проблемы, связанные с цифровой стабилизацией изображения

Во всех применяемых сегодня типах киноплёнки область видимого изображения в кинокадре отсчитывается от положения перфорационных отверстий. Поэтому если при воспроизведении видимая часть кадра во всех кадрах расположена одинаково (изображение стабильно), то одинаково будут расположены и перфорационные отверстия. Исходя из этой идеи, большинство методов компьютерной стабилизации киноплёнки пытаются перемещением отдельных сканированных кадров добиться того, чтобы в получившейся последовательности изображения перфорационных отверстий во всех кадрах совпадали. Подобная постановка задачи повторяет требования, предъявляемые к механическим устройствам позиционирования плёнки, и прекрасно подходит для реализации алгоритма цифровой стабилизации сканированного изображения.

К сожалению, при всей кажущейся простоте данной задачи, она содержит в себе несколько существенных «подводных камней». Наиболее значимым из них является вопрос о том, **как убедиться в том, что на двух изображениях кадра киноплёнки отверстия перфорации действительно совпадают?** Для проведения выравнивания цифровыми методами необходимо написать формулу, количественно оценивающую степень совпадения двух изображений отверстий перфорации между собой. Но как выразить численно нужную нам степень соответствия?

На первый взгляд может показаться, что ответ на этот вопрос вполне очевиден и сводится к применению одной из стандартных метрик соответствия цифровых изображений между собой. К примеру, применение метри-

ки SSD (сумма квадратов разности цвета по всем пикселям и каналам фрагмента изображения) позволяет определить максимум соответствия математическому ожиданию совпадения двух фрагментов изображения в присутствии помехи в виде аддитивного белого гауссова шума. Однако попытка применения этого теоретически обоснованного и хорошо зарекомендовавшего себя при кодировании MPEG метода для сравнения изображений отверстий перфорации в данном случае даёт на удивление посредственные результаты.

Причины такого поведения SSD и других широко применяемых метрик удобно проиллюстрировать графиками (рис. 1а–1б), показывающими зависимость численной оценки несоответствия между изображением реального перфорационного отверстия в сканированной плёнке и изображением стандартного перфорационного отверстия как функцию вертикального сдвига эталонного изображения. Стабилизация кинокадра в вертикальной плоскости в стандартных методах стабилизации сводится к поиску сдвига, минимизирующего данную функцию, причём ожидается, что значение найденного минимума будет близко к нулю. Однако на приведённых графиках точное положение этого минимума определить довольно сложно, а его значение сильно отличается от нуля (и

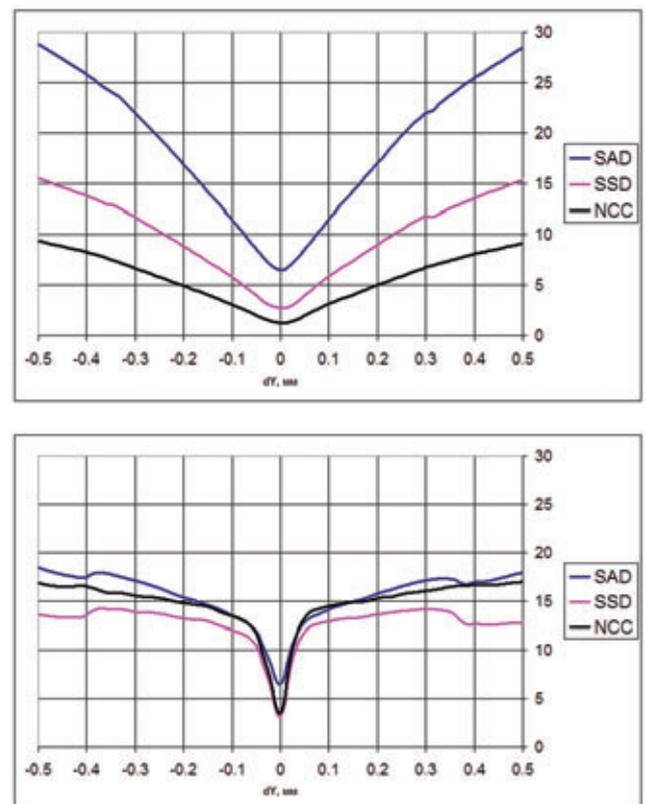


Рис. 1а–1б. Значения некоторых широко используемых норм разности между изображением киноплёнки и изображением перфорационного отверстия как функция вертикального сдвига изображения. Графики 1а и 1б соответствуют разным плёнкам. Ноль соответствует точному совпадению положения изображений

варьируется от кадра к кадру). Кроме того, для части кадров графики могут быть искажены (рис. 1в). Все эти явления связаны с особой спецификой задачи распознавания изображений перфорационных отверстий:

1. Изображения отверстий перфорации в значительной мере состоят из сплошных областей одинакового цвета. В результате при сдвиге этого изображения цвет большей части образующих его пикселей не меняется. Различия проявляются лишь на небольшой части изображения, непосредственно примыкающей к границе кадра.
2. При этом, хотя изображения отверстий перфорации на киноплёнке действительно **в целом** очень похожи друг на друга, как раз **на границах** перфорационных отверстий они сильно отличаются друг от друга (рис. 2).
3. Наконец, в ближайших окрестностях перфорационных отверстий находится большое количество разнообразной технической информации (номера кадров, пометки, звуковые дорожки), уникальной от кадра к кадру.

Из-за **первого фактора** алгоритму поиска наилучшего совпадения изображений оказывается довольно сложно найти положение, при котором достигается точное соот-

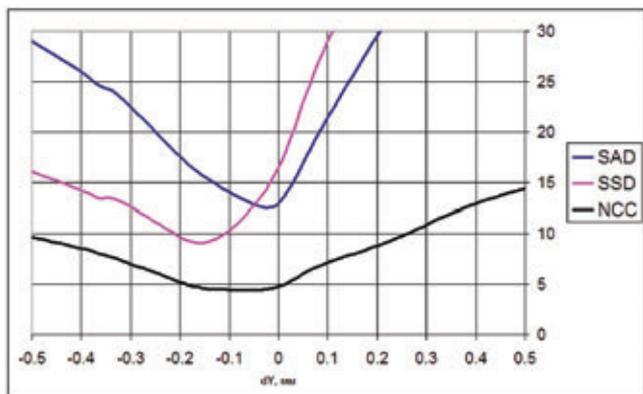


Рис. 1в. График тех же функций, что на рис. 1а, построенный для менее удачного кадра той же плёнки. Ноль преждему соответствует точному совпадению

ветствие двух кадров между собою – уровень «полезного сигнала» с соответствующего детектора в окрестностях правильного решения низок. **Второй фактор** обуславливает значительный уровень «шума» в том же детекторе, заглушающего этот полезный сигнал. Наконец, **третий фактор**, помимо создания дополнительных помех сравнению, приводит к появлению случайных, но особенно мощных «выбросов» в отдельных кадрах, из-за которых автоматическому алгоритму не удаётся корректно обработать отдельные кадры. Прямолинейное применение стандартных методов распознавания отдельных перфорационных отверстий в данной ситуации приводит к неточным (рис. 3) и ненадёжным результатам.

Существующие подходы к решению

Как следует из рис. 1а–1в, наиболее надёжной стандартной метрикой для выбранной задачи, является SAD (сумма модулей разностей цветовых координат по всем пикселям сравниваемых изображений), дающая более локализованные минимумы и менее подверженная влиянию выбросов. Но и для этой метрики точность сравнения изображений перфорационных отверстий и устойчивость алгоритма к отметкам на плёнке всё равно оставляет желать лучшего. Именно этим объясняются довольно низкие результаты, продемонстрированные в [2] стандартными алгоритмами стабилизации изображения. Для получения результатов более высокого класса требуется применение методов, ориентированных на более конкретную задачу и умеющих эффективно использовать её особенности.

Одной из наиболее часто используемых особенностей подобного рода является то, что в рассматриваемой задаче сравнения основная «помеха» локализована в узкой пространственной области (краях перфорационного отверстия). Поэтому довольно часто перед проведением сравнения двух изображений к ним применяют какой-нибудь алгоритм *сглаживания*, позволяющий распределить узкую помеху по достаточно боль-

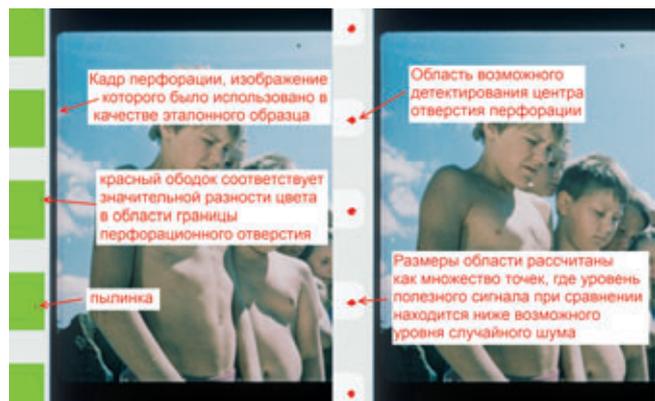


Рис. 2. Слева: несовпадение изображений границ кадров

Рис. 3. Справа: неопределённость координат центра кадра

шой области, уменьшив за счёт этого распределения её максимальный уровень. Недостатком этого метода является то, что размывая границы отверстий перфорации, он снижает и уровень полезного сигнала с детектора, делая смещённые относительно друг друга на небольшое расстояние изображения ещё более похожими друг на друга.

Другим подходом является переход от сравнения изображений «по площадям» в пользу выделения на них более чётко локализуемых характерных особенностей изображения (например, границ перфорационных отверстий). В этом случае повышение уровня «сигнал-шум» достигается за счёт исключения из рассмотрения областей изображения, содержащих мало полезной инфор-

мации, но потенциально большое количество шума, а также более точной классификацией того, что является полезным сигналом, а что – шумом.

Работа [2] служит примером специализированного подхода к стабилизации изображений, использующим обе описанные выше оптимизации, показывающим, что таким путём удаётся построить качественный стабилизатор. Однако в данной работе мы решили использовать совершенно другую особенность изображений киноплёнки – а именно, *наличие в сканированных изображениях областей пустого пространства*, не содержащих в момент сканирования ничего, кроме воздуха.

Предлагаемый подход к определению отверстий перфорации

Чтобы предлагаемый подход стал более понятным, представим себе, что сканер пытается обработать рабочую поверхность, на которой отсутствует киноплёнка. В этом случае результатом сканирования окажется однородное светлое поле почти белого цвета. Степень однородности этого поля напрямую определяет качество сканирования – любые дефекты в нём будут заметны при определённых условиях и в полученных с помощью этого сканера реальных изображениях. Кроме того, данное поле практически не меняется при повторном сканировании так, что даже при наличии определённых неоднородностей их в большинстве случаев можно устранить простым вычитанием из сканированного изображения референсного кадра. Поэтому для любых практических целей можно считать, что *все участки сканированного изображения, в которых отсутствует плёнка, имеют белый цвет, если сканер хорошо откалиброван*.

Это позволяет без особого труда выделить в сканированном изображении места, где в плёнке могут находиться отверстия, крупнейшими среди которых, очевидно, являются отверстия перфорации кадра. В задаче стабилизации полезную информацию несёт только расположение этих участков, а всё остальное (например, яркость и цвет точек изображения) можно спокойно отбросить. Проведя бинарную классификацию изображения по совпадению цвета с эталонным фоном, мы получим картину, изображённую на рис. 4.

Данное изображение полностью повторяет информацию о расположении кадров перфорации, но в то же время имеет резко очерченные границы, минимум шума, и практически инвариантно к любой информации, записанной на плёнке в окрестностях перфорационных отверстий – то есть в нём решены *все три* описанные выше проблемы. В результате минимум метрики SAD при определении несоответствия положения шаблона перфорационного отверстия и сканированного изображения для подобного обработанного изображения выражен гораздо сильнее (рис. 5), чем для исходных изображений. Искать минимум у такой функции гораздо легче, так что надёжность и точность основанных на подобном поиске методах компьютер-

ной стабилизации киноизображения значительно увеличивается.

Чёрно-белый «классификационный» вариант изображения, получаемый после подобной обработки, обладает и рядом других достоинств. Например, остаточные помехи в полученном чёрно-белом изображении определяются в основном неоднородностями светового фона, шумами оцифровки и мелкой пылью, попадающей в сканер. Для чёрно-белого изображения значительная часть помех может быть подавлена за счёт использования информации о *связности перфорационных отверстий*. Для этого изображения достаточно разбить на набор из минимального числа связанных областей «сплошного белого» и «сплошного чёрного» цвета. При идеальном качестве изображения в этом разбиении окажется одна белая область и столько же чёрных, сколько отверстий перфорации присут-



Рис. 4. Вверху: исходное изображение. Внизу: изображение после классификации, чёрный цвет соответствует цвету «фона», белый – всему остальному. Для удобства понимания поверх нижнего изображения наложена сильно ослабленная копия верхнего

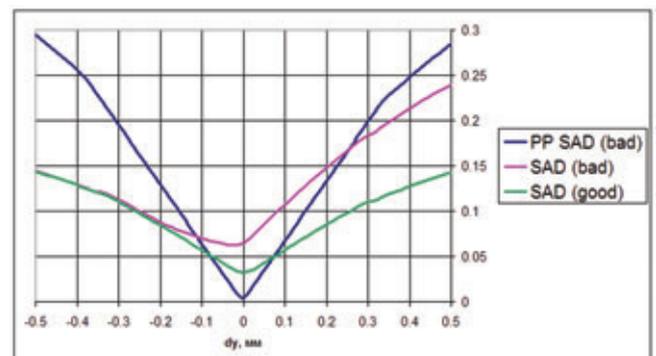


Рис. 5. График нормы разности цвета в метрике SAD, применённый к предварительно обработанному (PP) изображению с помехой, взятому с рис. 1б, и график той же нормы без предварительной обработки, взятый из рис. 1а и 1б

ствуется в сканированной области. Оказавшиеся в разбеге дополнительные области белого или чёрного цвета, имеющие заметно меньшие размеры по сравнению с перфорационными отверстиями, очевидно, являются помехой. После определения координаты подобной помехи её можно подавить, полностью исключив соответствующие пиксели из операции сравнения изображений, или «закрасив» их цветом ближайшей «крупной» области, как проиллюстрировано на рис. 6.

Таким образом, любые сканированные изображения киноплёнки можно привести к специальному чёрно-белому виду, для которого стандартные методы поиска соответствий изображений перфорационных отверстий будут давать намного более точные результаты, чем на исходных материалах.



Рис. 6. Слева направо: исходное изображение, изображение после сегментации по цвету «фона», изображение, остающееся после фильтрации мелких связных областей

Программное обеспечение, созданное в ОАО «НИКФИ»

Описанный метод был опробован на программе стабилизации, созданной специально для разрабатываемого в ОАО «НИКФИ» сканера 70-мм киноплёнки (рис. 7). Программа является самостоятельным кросс-платформенным приложением, получающим на вход данные непосредственно со сканера и сохраняющим для дальнейшего хранения и обработки уже стабилизированный результат.

Процесс работы с программой состоит в том, что оператор загружает в неё результаты сканирования, указывает при необходимости образцы перфорационных отверстий, запускает полностью автоматический процесс выравнивания и, дождавшись завершения выполнения данной операции, сохраняет полученный резуль-

тат. При желании на стадии сохранения может проводиться автоматическая обрезка изображения так, что на диск будет записана лишь содержательная часть кинокадра, без ненужных теперь уже изображений краёв киноплёнки.

Поскольку сканер, используемый в НИКФИ, обладает достаточной равномерностью подсветки, то в программе не предусмотрены средства компенсации соответствующей неоднородности. Цвет «фона» определяется при выборе образца перфорационного отверстия автоматически. Для этого для изображения перфорационного отверстия строится трёхмерная гистограмма (по тройкам цветов R,G,B), которая сглаживается методом движущегося окна с размером, характеризующим степень допустимой неоднородности цвета. Затем в полу-

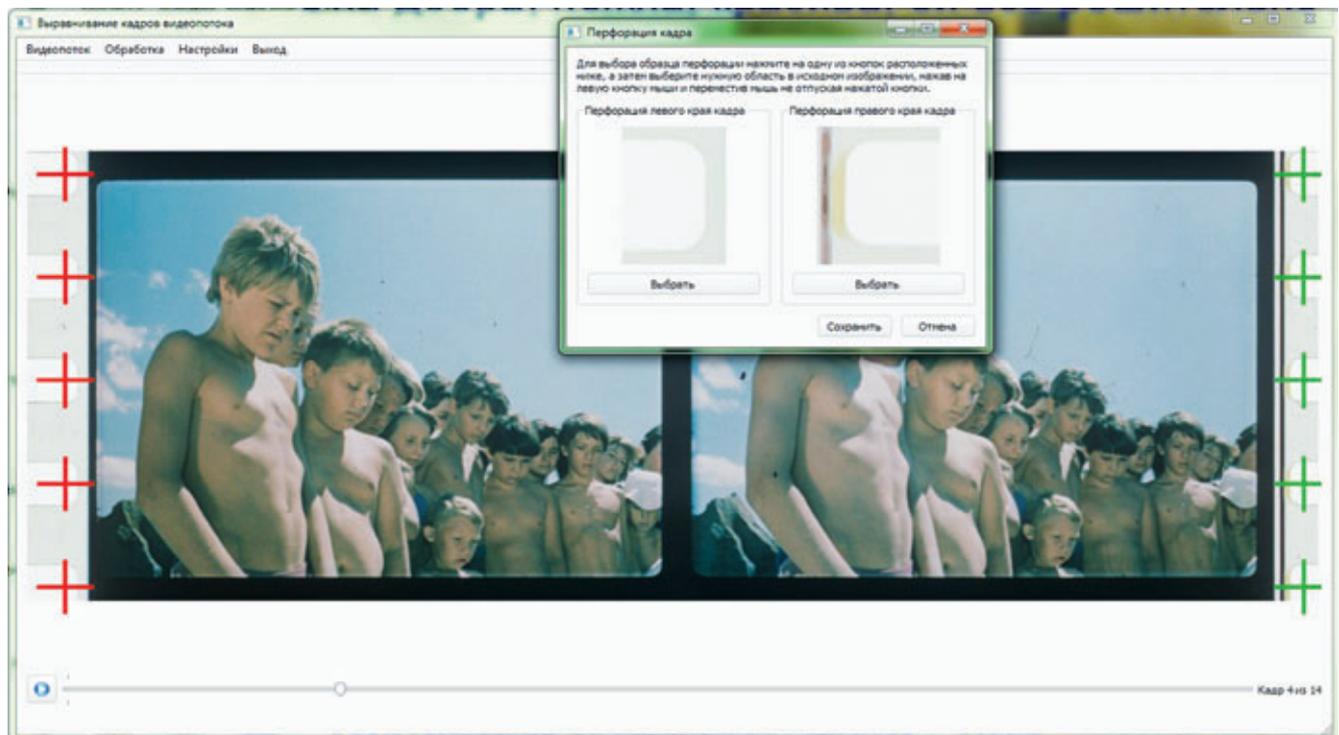


Рис. 7. Общий вид созданной в НИКФИ программы

ченной гистограмме определяются локальные максимумы (пики) частоты того или иного цвета, встречаемые в изображении. В качестве итогового результата выбирается пик, охватывающий не менее 20% площади образца и обладающий наибольшей яркостью среди всех подобных пиков.

Загруженные изображения и изображения-образцы отверстий перфорации подвергаются описанной в предыдущем разделе процедуре обработки и фильтрации. После этого программа определяет точное положение каждого отверстия перфорации, видимого в кадре путём определения точек наилучшего совпадения обработанного образца перфорации с обработанным изображением. Для ускорения данной операции используется метод пирамиды изображений [3], позволяющий быстро отсеивать заведомо неподходящие варианты проверкой соответствия уменьшенных версий шаблона и изображения. Кроме того, в поисках изображений перфорации проверяются только края кадра, но не его центр, где их заведомо быть не должно. За счёт этого удаётся сохранять приемлемую производительность на изображениях с разрешением до 4К. Большого быстрого действия теоретически можно добиться, используя методы быстрой свёртки на основе преобразования Фурье [4], но такой необходимости для сканера НИКФИ пока не возникало.

Результатом операции поиска координат, максимум совпадение образца перфорации с изображением становится набор точек (x_i^j, y_i^j) , соответствующих по смыслу координатам (x, y) центра j -го отверстия перфорации в i -м изображении. Нумерация отверстий перфорации здесь может быть произвольной при условии, что одинаковые номера на разных изображениях соответствуют одному и тому же положению отверстия перфорации. В программе стабилизации НИКФИ найденные перфорационные отверстия просто нумеруются сверху вниз, слева направо (вначале номера получают отверстия, расположенные слева от изображения киноплёнки, затем изображения, расположенные справа). При этом предполагается, что необходимая степень коррекции киноплёнки не очень велика, так что число попадающих в область сканирования перфорационных отверстий N одинаково для всех кадров, и все они успешно детектируются алгоритмом. Далее алгоритм вычисляет для каждого из изображений (i) преобразование T_i , при применении которого среднеквадратичная разница между координатами соответствующих центров перфорационных отверстий в i -м и эталонном (например, первом) изображении минимизируется

$$\sum_j (T_i(x_i^j, y_i^j) - (x_i^j, y_i^j))^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

В текущей версии программы рассматриваются только ортогональные преобразования изображения – сдвиги и повороты. Этого достаточно для компенсации любой

нестабильности изображения на реальных киноплёнках. Технически возможно рассмотрение и более общего аффинного класса, в котором учитываются и растяжения изображения, что позволяет компенсировать возможную усадку плёнки, однако поскольку эта усадка, как правило, однородна по всей плёнке, то визуальное различие улучшения качества изображения учёт этого фактора обычно уже не даёт. Поэтому в рассматриваемой программе каждое преобразование T_i описывается только тремя параметрами – углом поворота γ_i изображения и вектором сдвига (d_i^x, d_i^y) , следующего за этим поворотом. В качестве центра вращения при этом удобно выбрать среднее арифметическое центров координат перфорационных отверстий:

$$c_i^x = \frac{1}{N} \sum_j x_i^j, \quad c_i^y = \frac{1}{N} \sum_j y_i^j \quad (2)$$

При таком определении преобразование T_i переводит координаты (x, y) в

$$\begin{aligned} x' &= (x - c_i^x) \cos \gamma_i - (y - c_i^y) \sin \gamma_i + d_i^x + c_i^x \\ y' &= (x - c_i^x) \sin \gamma_i + (y - c_i^y) \cos \gamma_i + d_i^y + c_i^y \end{aligned} \quad (3)$$

Подобное определение очень удобно. Для удобства расчётов исключим из них c_i , проведя центрирующую замену координат $(x_i^j - c_i^x) \rightarrow x_i^j$, $(y_i^j - c_i^y) \rightarrow y_i^j$. Для получившихся координат подставим формулы (3) в условие минимизации (1):

$$\begin{aligned} d(T_i) &= \sum_j (x_i^j \cos \gamma_i - y_i^j \sin \gamma_i + d_i^x - x_i^j)^2 + \sum_j (x_i^j \sin \gamma_i + y_i^j \cos \gamma_i + d_i^y - y_i^j)^2 = \\ &= \sum_j (x_i^j)^2 + \sum_j (y_i^j)^2 + \sum_j (d_i^x - x_i^j)^2 + \sum_j (d_i^y - y_i^j)^2 + \\ &+ 2 \cos \gamma_i \sum_j x_i^j (d_i^x - x_i^j) + 2 \sin \gamma_i \sum_j x_i^j (d_i^y - y_i^j) - \\ &- 2 \sin \gamma_i \sum_j y_i^j (d_i^x - x_i^j) + 2 \cos \gamma_i \sum_j y_i^j (d_i^y - y_i^j) \end{aligned}$$

Проведём дифференцирование получившегося выражения по $\partial \gamma_i$, ∂d_i^x , ∂d_i^y и приравняем получившиеся выражения к нулю. Это даст нам систему

$$\begin{cases} \cos \gamma_i \left(\sum_j x_i^j (d_i^y - y_i^j) - \sum_j y_i^j (d_i^x - x_i^j) \right) - \sin \gamma_i \left(\sum_j x_i^j (d_i^x - x_i^j) + \sum_j y_i^j (d_i^y - y_i^j) \right) = 0 \\ \sum_j (d_i^x - x_i^j) + \cos \gamma_i \sum_j x_i^j - \sin \gamma_i \sum_j y_i^j = 0 \\ \sum_j (d_i^y - y_i^j) + \sin \gamma_i \sum_j x_i^j + \cos \gamma_i \sum_j y_i^j = 0 \end{cases}$$

В выбранной нами системе координат, как несложно убедиться, $\sum_j x_i^j = 0$ и $\sum_j y_i^j = 0$ в силу определения (2) и

сделанной ранее замены. Подставив это соотношение в систему, без труда убеждаемся, что

$$\begin{cases} \cos r_i \left(-\sum_j x_i^j y_i^j + \sum_j y_i^j x_i^j \right) - \sin r_i \left(-\sum_j x_i^j x_i^j - \sum_j y_i^j y_i^j \right) = 0 \\ d_i^x = 0 \\ d_i^y = 0 \end{cases}$$

т.е. дополнительное движение в выбранной системе координат не требуется, а необходимый угол поворота определяется как

$$\operatorname{tg} r_i = \frac{\sum_j y_i^j x_i^j - \sum_j x_i^j y_i^j}{\sum_j x_i^j x_i^j + \sum_j y_i^j y_i^j}$$

Таким образом, существует два набора параметров преобразования T_i , в котором градиент функции ошибки (1) по параметрам T_i обращается в ноль. Между собой эти два варианта различны только углом поворота (они отличаются на 180°). Поскольку (1) – гладкая и ограниченная снизу (нулём) функция, то один из этих вариантов должен соответствовать минимуму функции ошибки. Из общих соображений о сути задачи стабилизации, этот минимум, очевидно, попадает в диапазон $[-90^\circ, 90^\circ]$. Это позволяет однозначно определить удобные формулы для расчёта оптимального преобразования стабилизации изображения. Возвращаясь к исходной системе координат, и учитывая, что введённые нами системы, центрированные вокруг c_i для разных кадров, не совпадали, получаем:

$$r_i = \operatorname{arctg} \frac{\sum_j (y_i^j - c_i^y)(x_i^j - c_i^x) - \sum_j (x_i^j - c_i^x)(y_i^j - c_i^y)}{\sum_j (x_i^j - c_i^x)(x_i^j - c_i^x) + \sum_j (y_i^j - c_i^y)(y_i^j - c_i^y)} \quad (4)$$

$$d_i^x = c_i^x - c_i^x$$

$$d_i^y = c_i^y - c_i^y$$

Указанные формулы применимы, если в выравненном изображении и изображении №1 возможно сопоставить между собой хотя бы два перфорационных отверстия. Используя их, не представляет никакого труда рассчитать оптимальные преобразования, которые выровняют все кадры киноплёнки относительно первого кадра, полностью компенсируя как любые сдвиги, так и любое вращение плёнки.

Заметим однако, что в сделанном подобным образом выборе имеется случайный фактор, связанный с особой ролью первого кадра, относительно которого шло выравнивание. Если этот кадр был сканирован с перекосом, то и все остальные выровненные изображения будут перекошены при стабилизации так, чтобы ему соответствовать. Чтобы избежать подобной ситуации, заметим, что если применить ко всем уже выровненным изображениям одно и то же дополнительное преобразование, то вы-

равненность кадров друг относительно друга при этом не изменится. В качестве подобного преобразования удобно выбрать преобразование, компенсирующее средние компоненты перемещения и вращения в рассчитанных ранее преобразованиях (например, устраняющее описанный в примере выше перекос всех изображений к первому). Здесь удобно воспользоваться тем, что преобразование введённого нами вида (вращение относительно центра и сдвиг центра) аддитивны по своим компонентам – т.е. если мы применим преобразование (r_i, d_i^x, d_i^y) , а затем (r', d'^x, d'^y) , то конечный результат будет таким же, как если бы мы сразу применили преобразование $(r_i + r', d_i^x + d'^x, d_i^y + d'^y)$. Пользуясь этой аддитивностью, вычислим *среднее преобразование* кадра, определяемое параметрами

$$r = \frac{1}{N} \sum_i r_i \quad d^x = \frac{1}{N} \sum_i d_i^x \quad d^y = \frac{1}{N} \sum_i d_i^y$$

Обратное к нему преобразование отличается только знаками всех этих компонентов. Применим его ко всем остальным изображениям. Это будет соответствовать тому, что мы просто вычтем найденные средние параметры из индивидуальных параметров преобразования каждого кадра

$$r'_i = r_i - r \quad d'^x_i = d_i^x - d^x \quad d'^y_i = d_i^y - d^y \quad (5)$$

(полагая $r_i = d_i^x = d_i^y = 0$ – в исходном варианте 1-е изображение не преобразовывалось).

Подобная версия симметрии соответствует минимизации среднего движения по всей последовательности кадров в ходе выравнивания и уже не зависит от выбора первого кадра. Для завершения операции выравнивания остаётся только для каждого кадра подставить посчитанные таким образом параметры в формулу преобразования координат (3) и пропустить изображение кадра через соответствующий преобразователь.

Полученные результаты

Используемый в программе стабилизации НИКФИ метод с независимым определением координат каждого из перфорационных отверстий позволяет получать значительно более точные результаты по сравнению с методами, рассчитывающими движение лишь одного перфорационного отверстия, благодаря тому, что индивидуальные ошибки в определении координат отверстий перфорации усредняются и частично компенсируют при этом друг друга. Интересным побочным эффектом при этом оказывается то, что становится возможным оценить точность получающейся стабилизации кадра. Для этого достаточно подставить посчитанные оптимальные параметры в формулу (1), напрямую определяющую меру несоответствия положения наложенных друг на друга перфо-

рациональных отверстий. Несложно заметить, что если в кадре есть достаточное число перфорационных отверстий, то ошибка в определении координат каждого отдельного отверстия перфорации слабо меняет параметры найденного оптимального преобразования, поскольку в них она усредняется с независимыми ошибками определения остальных отверстий. Вместе с тем эта ошибка напрямую увеличивает квадратичную разность в соответствующем компоненте формулы (1). Соответственно, среднеквадратичная ошибка, рассчитанная по формуле (1), при использовании 8–10 перфорационных отверстий может служить хорошей оценкой точности определения каждого из них. Исходя из предположения о нормальном распределении и независимости векторов возможной ошибки при определении координат каждого из N перфорационных отверстий, можно оценить, что средняя ошибка в определении положения самого кадра будет в \sqrt{N} раз меньше средней ошибки в положении каждого из индивидуальных отверстий. Это позволяет оценить из формулы (1) величину нестабильности получаемого изображения как

$$d_{\text{remaining}} = \frac{1}{\sqrt{N-1}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i (T_i(x_i^j, y_i^j) - (x_i^j, y_i^j))^2}$$

В случае, если необходимо оценить нестабильность отдельно по координатам x и y , то в этой формуле достаточно оставить под корнем разность только по соответствующей координате.

Величину нестабильности в исходной плёнке определить гораздо проще – считая, что конечный результат стабилизирован достаточно хорошо, соответствующая нестабильность в любом из методов определяется про-

сто параметрами d_x^*, d_y^* необходимого движения для достижения этой стабилизации.

Рассчитанные по указанной методике оценки нестабильности изображения для двух тестовых плёнок приведены в таблицах 1 и 2. Субъективный контроль визуальной стабильности изображений перфорации в рассчитанной серии подтверждает приведённые в них цифры – отклонения перфорационных отверстий в стабилизированных изображениях не превышают 1 пикселя. На этом фоне для реальной прокатной киноленты была хорошо заметна нестабильность положения напечатанного на плёнке изображения, вызванная условиями съёмки, монтажа и дальнейшей печати. Субпиксельные оценки точности стабилизации говорят о том, что более точное определение координат отверстий перфорации оказалось в обоих примерах ограничено разрешением сканера. Стоит также отметить исключительно малую компоненту вращения в обеих плёнках, обусловленную конструкцией сканера – для любого практического применения на рассмотренном оборудовании её вполне можно считать отсутствующей.

В таблице 3 приведено сравнение предлагаемого в работе метода с ранее рассматривавшимися в [2] подходами. Анализируя приведённые [2] результаты, следует, однако, учесть, что новый метод оценивался иначе (по описанной выше методике), чем остальные подходы (оценивавшиеся пакетом Apple Shake). Однако оба метода оценки основаны на сходных принципах, и ни один из них не является «более объективным», т.к. точный конечный результат, с которым можно было бы провести сравнение, всё равно неизвестен. Таким образом, вполне можно считать, что новый метод обеспечивает одни из лучших результатов по стабилизации, по всей види-

Табл. 1. Результаты выравнивания тестовой плёнки № 1.

Формат сканера одного кадра: 4474x1629. Разрешение: 2000 DPI

Погрешность		До коррекции	После коррекции
Поперечная (горизонтальная неустойчивость)	пикс	11.1	0.4
	мкм	141	5
Продольная (вертикальная неустойчивость)	пикс	4.0	0.2
	мкм	50	3
Вращение	град	0.03°	-

Табл. 2. Результаты выравнивания тестовой плёнки № 2.

Формат сканера одного кадра: 2231 x 920. Разрешение: 1000 DPI

Погрешность		До коррекции	После коррекции
Поперечная (горизонтальная неустойчивость)	пикс	0.2	0.2
	мкм	6	6
Продольная (вертикальная неустойчивость)	пикс	7.5	0.1
	мкм	191	3
Вращение	град	0.02°	-

Табл. 3. Оценки качества достигнутой стабилизации в разных методах

Направление относительно оси киноленты		Apple Shake	After Effects	Virtual Dub	Метод [2]	Новый метод
Поперечное	мкм	8.72	29.66	26.23	12.07	5.34
Продольное	мкм	3.60	25.68	42.54	15.28	3.04

мости, не уступающие или немного превосходящие результаты пакета Apple Shake. Время обработки в тестовом примере составило 4–5 сек на кадр 4474 x 1629, что также соответствует производительности альтернативных методов. Согласно [2], полученные цифры остаточной нестабильности соответствуют требованиям, предъявляемым к профессиональной киносъёмочной аппаратуре (5–8 мкм).

Стоит, однако, отметить, что на тест-плёнке НИКФИ, содержащей изображения различных тестовых мир, было заметно, что цифровая коррекция неустойчивости по описанному методу несколько снижала оптическое

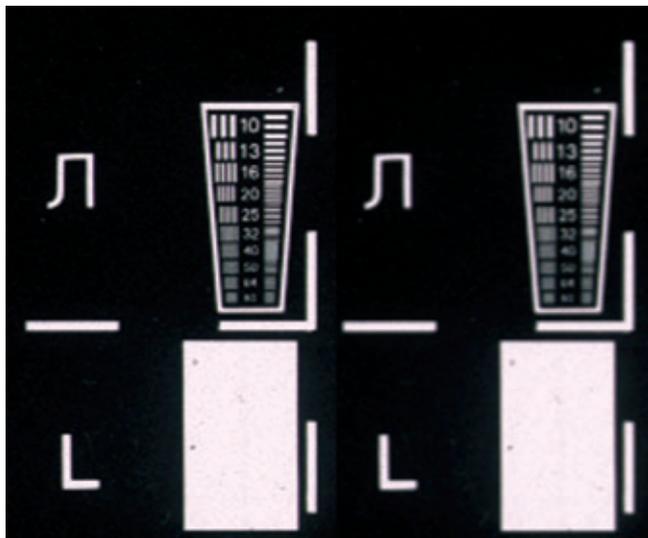


Рис. 8. Снижение оптического разрешения, вызванное интерполяцией (фрагмент плёнки 4x4 мм, сканирование с разрешением 1000 DPI). Слева – кинокадр, полученный со сканера; справа – тот же кинокадр после выравнивания

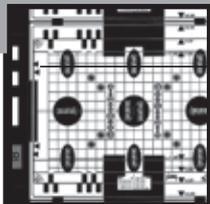
разрешение изображения из-за необходимости проведения операции интерполяции в ходе пересчёта изображений к скорректированному виду (рис. 8). Это снижение достаточно мало, и в реальных киноизображениях визуально различимо не было. С ним можно бороться, применяя более совершенные алгоритмы интерполяции, нежели билинейный и бикубический подход, однако скорость расчётов при этом значительно снизится. Альтернативным и, возможно, более приемлемым вариантом может быть полный отказ от интерполяции, которого можно достичь, отказавшись от поворота изображения и округлив значения необходимых параметров сдвига к ближайшим целочисленным значениям. Подобный подход не снижает оптического разрешения изображений и обеспечивает высокую производительность, однако стабильность изображения с ним ограничивается физическим разрешением сканера и получается несколько хуже, чем при применении интерполяции.

Выводы

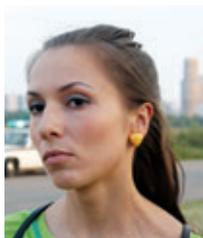
Предлагаемый в данной статье метод прост и надёжен. Он устойчив к загрязнениям киноплёнки и наличию технической информации на плёнке в окрестности перфорационных отверстий, обеспечивает оптимальную точность стабилизации, не требует какого-либо подбора настроек, позволяет при необходимости исправлять вращение кадра, содержит в самом себе удобный инструмент для самоопределения качества получаемой стабилизации. Недостатками метода является его сравнительно невысокое быстродействие и некоторое снижение чёткости изображения в режиме максимальной стабилизации, однако эти недостатки можно уменьшить при использовании более быстрых методов поиска по шаблону [4] и бикубической или sinc-интерполяции. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Перегудов А.Ф. Фильм-сканеры: между прошлым и будущим. ТТК, № 5, с. 56–63, 2007.
2. Гусев К.О., Поздеев Д.М., Перегудов А.Ф. Коррекция неустойчивости киноизображений методами цифровой обработки. МТК, № 1, с. 2–7, 2010.
3. Adelson E.H., Anderson C.H., Bergen J.R., Burt P.J. and Ogden J.M. Pyramid methods in image processing.
4. Briechle K., Hanebeck U.D. Template Matching Using Fast Normalized Cross Correlation// Proceedings of SPIE: Optical Pattern Recognition XII, Vol. 4387, p. 95–102, March 2001.



ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ МЕЖДУ ПРОДЮСЕРОМ И АВТОРАМИ ПЕРСОНАЖЕЙ ПО ДОГОВОРУ АВТОРСКОГО ЗАКАЗА



■ Диана Борисенко,
аспирантка РГГУ ■

Аннотация

В настоящей статье рассматривается правовое регулирование отношений, возникающих между продюсером и автором, который обязуется создать художественный или описательный образ для аудиовизуального произведения по договору авторского заказа.

Ключевые слова: авторское право, аудиовизуальное произведение, персонаж, договор авторского заказа, продюсер.

■ Аудиовизуальное произведение является результатом творческой деятельности и охраняется нормами четвертой части Гражданского кодекса РФ.

Любые произведения литературы, науки и искусства, создаваемые авторами в результате их личной творческой деятельности, являются их неотъемлемым достоянием, а авторское право юридически закрепляет исключительное право авторов на использование созданных ими результатов их интеллектуальной деятельности.

Закон относит к аудиовизуальным произведениям кинематографические произведения, а также все произведения, выраженные средствами, аналогичными кинематографическим (теле- и видеопленки и другие подобные произведения), независимо от способа их первоначальной или последующей фиксации.

В последнее время возросло число судебных споров, связанных с введением персонажей – героев литературных и кинематографических произведений – в хозяйственный оборот в качестве товарных знаков и иных обозначений. Это, по-видимому, и привело к необходимости

LEGAL REGULATION OF RELATIONS ARISING BETWEEN THE PRODUCERS AND WRITERS CHARACTERS IN CONTRACT COPYRIGHT ORDER

D. Borisenko

Abstract

This article discusses the legal regulation of relations arising between the producer with the author who undertakes to create an artistic or a descriptive image for the audiovisual work under the contract copyright order

Keywords: copyright, audiovisual work, character, copyright treaty reservation, the producer.

законодательно признать наличие авторского права на персонаж, как на самостоятельную часть произведения (п. 7 ст. 1259 ГК РФ), если по своему характеру она может быть признана самостоятельным результатом творческого труда автора и отвечает требованиям, установленным п. 3 ст. 1259 ГК РФ.

В отличие от создания многих объектов авторских прав, создание аудиовизуального произведения представляет собой финансово и технологически ёмкий процесс. Поэтому аудиовизуальное произведение является не только результатом творческой деятельности представителей множества профессий, но, прежде всего, требует участия в его производстве специального субъекта правовых отношений – продюсера, которым может являться как физическое, так и юридическое лицо, ответственное за финансовое обеспечение и весь творческий и технологический процесс создания аудиовизуального произведения в целом. Впервые термин «продюсер» был введён Законом РФ «О государственной поддержке кинематографии в РФ» [1] (далее – Закон о господдерж-

ке), до этого законодательство говорило о «предприятии, осуществившем съёмку» (ст. 486 ГК РСФСР)[2], а в постсоциалистический период об «изготовителе кино-, теле- и видеофильма» (ст. 135 Основ гражданского законодательства Союза ССР и республик 1991 г.) [3], а затем об «изготовителе аудиовизуального произведения» (ст. 4 и 13 ЗоАП).

Вступившая в действие с 01.01.2008 г. 4-я часть ГК РФ [4] «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации» в ст. 1240 определила продюсера, как «лицо, организовавшее создание сложного объекта, включающего несколько охраняемых результатов интеллектуальной деятельности (кинофильма, иного аудиовизуального произведения, театрально-зрелищного представления, мультимедийного продукта, единой технологии) ...», которое приобретает право использования указанных результатов интеллектуальной деятельности при заключении соответствующих договоров с участниками создания аудиовизуального произведения, которые обладают исключительными правами на соответствующие результаты интеллектуальной деятельности, специально созданными для конкретного аудиовизуального произведения или созданными ранее и используемыми в этом аудиовизуальном произведении.

Главным основанием преемства прав на фильм, его частей и возникновения производных прав, является договор.

В случае, когда изготовителю (продюсеру) аудиовизуального произведения требуется создание художественного персонажа для того, чтобы начать работу по созданию аудиовизуального произведения в соответствии с законодательством, он должен заключить с автором персонажа договор авторского заказа с последующим отчуждением прав на созданный им результат интеллектуальной деятельности.

В соответствии с п. 1 ст. 1288 ГК РФ, по договору авторского заказа одна сторона (автор) обязуется по заказу другой стороны (заказчика) создать обусловленное договором произведение науки, литературы или искусства на материальном носителе или в иной форме. Таким образом, автор обязуется создать произведение в соответствующие сроки и передать его заказчику. Сторонами такого договора являются автор и заказчик. Заказчиком может быть любое физическое или юридическое лицо – изготовитель аудиовизуального произведения, т.е. продюсер.

Для всех видов договоров, в том числе и для договоров авторского заказа, применяются нормы главы 27 ГК РФ (об общих положениях, о договорах) и главы 28 ГК РФ (о заключении договоров). В практике заключения договора авторского заказа интересно рассмотреть вопрос о той дате при заключении договора авторского заказа, с которой возникают права и обязанности у сторон договора, а также рассмотреть специальные нормы, регулирующие этот вид договора в соответствии с требованиями части четвертой ГК РФ.

Согласно ст. 432 ГК РФ, договор считается заключённым, если между сторонами в требуемой в подлежащих случаях форме достигнуто соглашение по всем существенным условиям договора.

Существенными являются: условия о предмете договора, условия, которые названы в законе и иных правовых актах как существенные или необходимые для договоров данного вида, а также все те условия, относительно которых по заявлению одной из сторон должно быть достигнуто соглашение.

К нормам части четвертой ГК РФ, регулирующим договор авторского заказа, следует отнести ст. 1288 ГК РФ (договор авторского заказа), 1289 ГК РФ (срок исполнения договора авторского заказа), факультативно ст. 1290 ГК (об ограничении ответственности сторон), в зависимости от передачи исключительных прав применяются либо нормы об отчуждении исключительных прав (ст. 1285, 1234 ГК РФ), либо о предоставлении заказчику права на использование произведения (ст. 1235, 1236, 1237 ГК РФ).

Таким образом, для признания договора авторского заказа заключённым, необходимо, чтобы между сторонами было достигнуто в предусмотренной законом форме соглашение по следующим существенным пунктам:

- предмет договора;
- возмездность договора (определение размера вознаграждения или порядка его определения);
- сроки исполнения договора авторского заказа;
- способы использования исключительного права в договоре авторского заказа (отчуждение исключительных прав либо использование исключительных прав).

Ниже представлено, как законодательно урегулированы данные правоотношения в связи с принятием четвертой части ГК РФ и какие сложности и противоречия возникают при составлении договора авторского заказа.

1. Предмет договора

Поскольку автор создаёт произведение в виде художественного образа, который предполагает изобразительную или описательную форму персонажа, то эта форма должна соответствовать критерию законодательства о наличии оригинальности творчества и самостоятельной воспроизводимой формы. В силу этого, одним из существенных условий договора является предмет договора, который должен быть указан как можно более точно. При этом, если условие о точном и конкретном обозначении формы заказываемого персонажа соблюдено, то нет препятствий к тому, чтобы договор заказа был заключён не на одно, а на несколько произведений, которые должны быть предоставлены заказчику по истечении установленного срока.

Создание художественного персонажа автором (сначала под условным названием) должно соответствовать установленным характеристикам. Данные требования обычно указываются в отдельном приложении к заклю-

чаемому договору, являющемуся неотъемлемой частью договора.

На практике при разрешении споров судами общей юрисдикции и Арбитражными судами нередко суды признают договоры незаключёнными в связи с невозможностью точного определения предмета договора.

При таких обстоятельствах, если заказываемое производство определено неточно и неконкретно, может возникнуть спор о признании заключённого договора незаключённым, как направленного на ограничение правоспособности или дееспособности автора (ст. 22 ГК РФ), либо как нарушающего нормы, содержащиеся в п. 4 ст. 1233 ГК РФ, и данные обстоятельства могут привести к убыткам (в связи с отсутствием прав и обязанностей сторон), на которые стороны не рассчитывали при заключении договора.

Раздел о предмете договора должен содержать следующее:

описание самого литературного персонажа с чётким указанием его индивидуальных признаков, таких как: название, вид объективной формы (носитель информации СД-диск, либо для сценариста бумажный носитель), количество разделов, и тому подобное. Поскольку, как правило, и это обусловлено спецификой деятельности приобретателя права, договоры носят многообразный характер (так сказать, рамочный), то не редко сам персонаж определяется сторонами в приложении к договору.

2. Возмездность договора авторского заказа

В соответствии с абзацем 3 п. 1 ст. 1288 ГК РФ, договор авторского заказа является возмездным, если соглашением сторон не предусмотрено иное.

Данная норма повторяет, хотя и в несколько иной форме, нормы, содержащиеся в абз. 1 п. 3 ст. 1234 и абз. 1 п. 5 ст. 1235 ГК РФ. При этом нормы, изложенные во вторых абзацах п. 3 ст. 1234 и п. 5 ст. 1235 ГК РФ и содержащие условие признания возмездного договора незаключённым, по какой-то причине отсутствуют в ст. 1288 ГК РФ.

По мнению Э.П. Гаврилова и О.А. Городова, если в данном случае придерживаться строго формального толкования закона, то следует считать, что законодатель не применяет к договорам авторского заказа эти, не упомянутые в ст. 1288 ГК РФ, нормы [5]. Однако лучшим толкованием в данном случае является признание некоторой небрежности законодателя и вывод, что к договорам авторского заказа нормы п. 3 ст. 1234 и п. 5 ст. 1235 ГК РФ применимы целиком.

Так, в соответствии с п. 3 ст. 1234 ГК РФ по договору об отчуждении исключительного права, приобретатель обязуется оплатить правообладателю предусмотренное договором вознаграждение, если договором не предусмотрено иное. При отсутствии в возмездном договоре об отчуждении исключительного права, условия о размере вознаграждения или порядке его определения, договор

считается незаключённым. При этом правила определения цены, предусмотренные п. 3 ст. 424 ГК РФ, не применяются.

Аналогичное понимание определения и размера вознаграждения содержится в п. 5 ст. 1235 ГК РФ, согласно которому при отсутствии размера вознаграждения или порядка его определения, договор считается незаключённым.

Исходя из вышеизложенного и анализа норм п. 3 ст. 1234 ГК РФ, п. 5 ст. 1235 ГК РФ и ст. 1288 ГК РФ, можно сделать вывод о наличии определённого противоречия. Так, п. 3 ст. 1234 ГК РФ и п. 5 ст. 1235 ГК РФ прямо указывают, что в договоре авторского заказа и лицензионном договоре должно содержаться условие о размере вознаграждения или порядке его определения, и это обстоятельство предполагает обязательную возмездность договора. В данном контексте указание в ст. 1288 ГК РФ на иной (безвозмездный) характер договора авторского заказа, по мнению автора, представляется некорректным, и при составлении договоров авторского заказа всегда следует определять размер вознаграждения во избежание признания его незаключённым судом, либо одной из сторон в возникшем споре.

Таким образом, смысл ст. 1288 ГК РФ не вполне ясен, а точнее, не совсем ясно, как эта статья в дальнейшем будет реализовываться на практике. Возможность заключения безвозмездных договоров авторского заказа, предусмотренная законодательством, весьма сомнительна, ибо такие договоры по своей сути противоречат общим принципам конституционного и гражданского права.

Оплата возможна на условиях 100% предоплаты (что почти никогда не встречается), предоплаты не в полном объёме (например, 50% от стоимости заказа), окончательного расчёта после приёма Заказчиком результата интеллектуальной деятельности, так и оплаты в полном объёме после приёма результата интеллектуальной деятельности Заказчиком. Также возможно согласование новой цены (если иное не указано в договоре) в сторону как увеличения, так и в сторону уменьшения цены, в зависимости от объёма работ, выполненных Автором. Данные изменения должны быть оформлены письменно с подписями обеих Сторон уполномоченными лицами.

3. Сроки исполнения договора авторского заказа

В соответствии с п. 1 ст. 1289 ГК РФ, производство, создание которого предусмотрено договором авторского заказа, должно быть передано заказчику в срок, установленный договором. Отсюда следует, что срок является существенным условием договора авторского заказа.

В соответствии с п. 2 ст. 1289 ГК РФ, в случае, когда производство не окончено в срок, установленный договором, по соглашению сторон данный срок может быть продлён на льготный период, продолжительностью в одну четвёртую часть установленного для исполнения договора срока или на более длительный срок.

Особое внимание при составлении договора авторского заказа следует уделять пунктам, регулирующим возможность расторжения договора в одностороннем порядке, отказ от его исполнения и порядок возмещения убытков в связи с этим.

В п. 3 ст. 1289 ГК РФ предусмотрено два варианта отказа от исполнения договора заказчиком. Первый вариант заключается в отказе от договора по истечении льготного срока, если произведение к этому времени не предоставлено. Второй вариант предусматривает односторонний отказ от договора непосредственно по окончании срока, установленного договором для его исполнения, если договор к этому времени не исполнен, а из его условий явно вытекает, что при нарушении срока его исполнения заказчик утрачивает интерес к договору.

Если заказчик реализовал своё право на односторонний отказ от договора, то он вправе требовать возмещения убытков (п. 5 ст. 453 ГК РФ). При этом, исходя из положений п. 2 ст. 1290 ГК РФ, убытки взыскиваются не в полном размере, т.к. общий размер указанных в п. 2 ст. 1290 ГК РФ выплат ограничен суммой реального ущерба, причинённого заказчику.

4. Права и обязанности сторон

Со стороны Автора: сроки и порядок передачи, возможность передачи готового персонажа целиком либо по частям; обязанность автора не передавать никаких прав третьим лицам ни при создании, ни после создания произведения, а также обязанность за свой счёт и своими средствами исправлять допущенные недостатки при создании произведения.

Со стороны Заказчика: оплатить вознаграждение Автору на условиях и сроках, предусмотренных договором, использовать права на результат интеллектуальной деятельности по своему усмотрению (без согласия автора), возможность отчуждения результата интеллектуальной деятельности каким-либо способом по своему усмотрению.

Для защиты Заказчика от некачественного результата интеллектуальной деятельности или нежелания Автора исправлять недостатки и недоделки предусматривается пункт договора о порядке приёмки произведения с указанием предварительной сдачи результата интеллектуальной деятельности и дальнейшей его доработки Автором до уровня, удовлетворяющего Заказчика. При этом передача готового персонажа должна оформляться письменно путём составления акта приёма-передачи для письменного подтверждения факта окончания создания персонажа, сроков его сдачи и приёма Заказчиком (ответственности Заказчика за срок сдачи), указания претензий со стороны Заказчика.

5. Использование исключительных прав в договоре авторского заказа

Данные правоотношения регулируются п. 3, п. 4 ст. 1288 ГК РФ. Вышеупомянутая норма также, по мнению

большинства юристов, изложена небрежно. В первую очередь это связано с тем, что, исходя из смысла данной нормы, нельзя делать вывод, что если договор авторского заказа может предусматривать отчуждение заказчику исключительного права или предоставление заказчику права использования, то этот договор может и не предусматривать ни того, ни другого.

Смысл этой нормы, по мнению всё тех же Э.П. Гаврилова и О.А. Городова [6], состоит в ином, а именно в том, что договор авторского заказа «должен», а не «может» предусматривать либо отчуждение заказчику исключительного права, либо предоставление заказчику права на использование, а слово «может» относится к возможности выбора между этими двумя условиями.

ГК РФ не указывает, какое именно содержание договора авторского заказа должно презюмироваться. Однако следует считать, что при наличии неустранимых сомнений и разногласий относительно содержания договора авторского заказа следует предполагать, что договор предусматривает отчуждение исключительного права, и если такие сомнения и разногласия возникают относительно объёма и характера предоставляемого заказчику права на использование, то оно должно предполагаться исключительным и широким.

Эти презумпции должны применяться, без всякого сомнения, и к возмездным договорам авторского заказа [7].

Кроме того, отчуждение исключительного права на аудиовизуальное произведение заказчику, как правило, изготовителю аудиовизуального произведения (продюсеру), или соответственно предоставление заказчику права на использование аудиовизуального произведения, происходящие на основе договора авторского заказа, имеют место в момент создания заказанного произведения (придания ему объективной формы), а не в момент заключения договора.

Для того чтобы в данном договоре уменьшить риск разногласий сторон, целесообразно:

- упорядочить понятия терминов, дав определения часто используемым терминам в договоре для исключения двойственного понимания или понимания термина сторонами в ином, отличном от общепринятого или установленного законодательством, смысле;

- установить процедуру приёмки готового персонажа заказчиком для исключения возникновения в дальнейшем споров между сторонами;

- ввести раздел о гарантиях сторон и особых условиях при создании персонажа, где необходимо указать об отсутствии каких-либо обязательств со стороны автора перед третьими лицами на создаваемый результат интеллектуальной деятельности, а также порядок урегулирования возникающих претензий со стороны заказчика при предъявлении претензий со стороны третьих лиц.

По этим же причинам понятна позиция многих юристов, что при составлении договоров авторского заказа необходимо обязательно указывать на возможность ис-

пользования произведения на весь срок действия авторского права без всяких ограничений, оговорок, изъятий, исключений.

Следует отметить, что в соответствии с п. 4 ст. 1288 ГК РФ, если договор авторского заказа заключён с условием о предоставлении заказчику права использования произведения (в данном случае – аудиовизуально-го произведения) в установленных договором пределах, то к такому договору применяются нормы о лицензионных договорах, предусмотренные статьями 1286 и 1287 ГК РФ, но к договору авторского заказа, предусматривающему отчуждение исключительного права, применяются нормы ГК РФ о договорах отчуждения исключительных прав (ст. 1285, 1234 ГК РФ).

Подводя итог вышесказанному, следует заметить, что в последнее время возросло число судебных спо-

ров, связанных с введением персонажей (героев литературных и кинематографических произведений) в хозяйственный оборот в качестве товарных знаков и иных обозначений. Это, по-видимому, и привело к необходимости законодательно признать наличие авторского права на персонаж, как на самостоятельную часть произведения (п. 7 ст. 1259 ГК РФ), если по своему характеру она может быть признана самостоятельным результатом творческого труда автора и отвечает требованиям, установленным п. 3 ст. 1259 ГК РФ.

Для того, чтобы избежать возможных рисков при сотрудничестве продюсера с авторами персонажей, необходимо тщательно подходить в оптимизации правового регулирования договорных отношений при использовании персонажей в составе аудиовизуального произведения. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. СЗ РФ, № 35, ст. 4136, 1996.
2. Ведомости ВС РСФСР, № 24, ст. 407, 1964.
3. ВСНД и ВС СССР, № 26, ст. 733, 1991.
4. СЗ РФ, № 52 (ч. 1), ст. 5496, 2006.
5. Комментарий к Гражданскому кодексу Российской Федерации (постатейный). Часть четвёртая. Э.П. Гаврилов. О.А. Городов. М.: ТК Велби, Изд. Проспект, ст. 220, 2008.
6. Комментарий к Гражданскому кодексу Российской Федерации (постатейный). Часть четвёртая. Э.П. Гаврилов. О.А. Городов. М.: ТК Велби, Изд. Проспект, ст. 218-221, 2008.
7. Комментарий к Гражданскому кодексу Российской Федерации (постатейный). Часть четвёртая. Э.П. Гаврилов. О.А. Городов. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, ст. 219, 2008.

ВНИМАНИЕ!

С 20 ПО 25 СЕНТЯБРЯ В Г. МОСКВЕ ПРОЙДЁТ

4-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ АВТОРСКОГО КОРОТКОМЕТРАЖНОГО КИНО, ГДЕ «АРТКИНО» В ПАРТНЁРСТВЕ С ОАО «НИКФИ» ПРОВЕДЁТ КОНКУРС В НОМИНАЦИИ «ЛУЧШИЙ 3D/СТЕРЕОФИЛЬМ».

Фестиваль «Арткино» впервые в России ввёл номинацию «Лучший 3D/стереофильм» в 2010 году. Показы конкурсной программы прошли в кинотеатре «Пионер» и вызвали большой зрительский интерес. Победителем стала игровая картина Эдуарда Бордукова «Один». Во время фестиваля прошли мастер-классы по стереокино (А. Мелкумова и др.). В 2011 году на фестивале ожидаются ещё больше событий, связанных с трёхмерным кинематографом.

На конкурс принимаются стереофильмы, хронометраж которых не превышает 30 минут.

Фильмы на конкурс необходимо присылать или привозить по адресу:
127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 33, стр. 3, «Творческое объединение «Мир искусства».

Срок подачи фильмов: до 31 июля 2011 года.

Образец заявки участника на сайте: www.artkinofest.ru.

Справки по телефону: +7(926)207-05-76.



СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАМЕРЫ для виртуальной студии

А.К. Калифатиди,
И.О. Рурина,
ООО «РУКЭП»,
г. Зеленоград



Доклад на научно-технической конференции
«Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других отраслях»,
МКБК, 20-21 апреля 2011 года

■ Введение

С 2005 года компания ООО «РУКЭП» занимается разработкой ультразвуковых систем позиционирования различного назначения. Основная идея – совместить в одной системе координат виртуальный объект, дисплей и наблюдателя, чтобы можно было построить на дисплее максимально реалистичное изображение объекта для этого наблюдателя. Иными словами: дисплей должен стать окном в виртуальный мир, через которое наблюдатель сможет обзирать виртуальные объекты, рассматривать их с разных сторон, заглядывать за угол и так далее. Для реализации этой идеи необходимо измерять координаты точки наблюдения относительно монитора, что можно осуществить различными способами. Мы остановились на измерении расстояний с помощью ультразвука, потому что:

- хотели получить точность измерения порядка 1–2 мм;
- разрабатываемая система должна быть дешёвой;
- применяемый метод измерения должен быть безопасным для потребителя.

Игровой трекер RUCAP UM-5

В 2009 году была завершена разработка первого изделия – игрового трекера UM-5. В 2010 году он поступил в продажу. Трекер состоит из рамки, устанавливаемой на монитор, и малогабаритного излучателя, одеваемого на голову наблюдателя. Трекер UM-5 был представлен на ряде отечественных и зарубежных выставках, таких

как Конференции Разработчиков Игр (КРИ-2006...2010), Игромир-2006, Game Connection-2007 в Лионе, Industrial Virtual Reality Expo (IVR-2008) в Токио, Society For Information Display (SID-2008) в Лос-Анджелесе, МАКС-2009 в Жуковском.

Однако возможности, заложенные в трекере, можно использовать не только в интересах игровой индустрии. Знать расположение и ориентацию объекта нужно также при построении систем визуализации в различного рода тренажёрах, при проведении эргономических и медицинских исследований, а также в киноиндустрии, где в последнее время для съёмок 3D фильмов широко применяются виртуальные камеры, одним из основных узлов которых является система позиционирования. Так, Джеймс Кэмерон при съёмках «Аватара» использовал несколько виртуальных камер разной конструкции.

Мировой опыт виртуального производства для стереокино

Главное отличие современного 3D от 3D прошлого века – сочетание с цифровыми технологиями, развитой компьютерной графикой и простота в эксплуатации необходимого оборудования.

О технике виртуального производства широко заговорили после выхода фильма «Аватар» Джеймса Кэмерона. Главной новинкой этого проекта стал симулятор камеры (simulcam). Виртуальное производство ориентировано на проекты с большими объёмами компьютерной

графики, когда некоторые сцены полностью генерируются компьютерами или же в кадре из реальных объектов присутствуют только актёры, а всё остальное создаётся в графических редакторах на этапе постпродакшн. Отличными примерами служат фильмы «Аватар» (2009) и «Алиса в стране чудес» (2010), где собственно и применялась эта технология.

Виртуальная камера – это следующая ступень превизуализации, которая позволяет режиссёру в режиме реального времени видеть в одном кадре актёров, взаимодействующих с героями анимации, либо с цифровой средой, либо с тем и другим вместе. Другими словами – постановщику не нужно ждать часами, когда художники скомпонуют и визуализируют изображения. Всё это происходит буквально на лету. Конечно, получаемые кадры имеют черновое качество графики, но всё это компенсируется оперативностью технологии и уровнем контроля. Симулятор камеры помогает прикинуть, как будет смотреться та или иная сцена, выбрать наиболее удачные ракурсы и композицию.

На «Аватаре» было задействовано шесть систем контроля движений от Overdrive, на основе которых была разработана производственная система (так называемая «пайплайн») под названием «Synthesis». Технологии Concept Overdrive были также задействованы при разработке программных средств для виртуальной камеры режиссёра.

Процесс виртуальной съёмки получил название Simulcam – режиссёр имел возможность совмещать реальных актёров с компьютерными актёрами и окружением прямо во время съёмки. В виртуальную камеру был встроен микроконтроллер, который в реальном времени передавал движения камеры для компьютерной обработки при помощи системы Overdrive.

Система позиционирования UM-16 для виртуальной камеры

Работа над игровым трекером UM-5, анализ его недостатков и ограничений в применении привели нас к идее создания универсальной наращиваемой модульной системы позиционирования UM-16, которая, в отличие от трекера, обладает следующими преимуществами:

- шесть степеней свободы (6 DOF) вместо трёх у трекера;
- рабочая зона до 150 кв.м. вместо 1 кв.м. у трекера;
- шестнадцать поддерживаемых излучателей вместо одного у трекера;
- повышенная помехозащищённость за счёт использования радиоканала для синхронизации.

Работа системы позиционирования UM-16

В основе работы системы UM-16 лежит принцип измерения расстояний с помощью ультразвука. Для этого на видеокамеру, положение и ориентацию которой нужно определять, жёстко закрепляется модуль излучателя с тремя передатчиками, а в районе рабочей

зоны располагается необходимое количество приёмников. Передатчики модуля поочерёдно излучают ультразвуковые сигналы, которые принимаются расположенными в зоне досягаемости ультразвуковыми приёмниками. Процессоры, расположенные в модулях приёмников, измеряют задержку распространения сигнала от каждого передатчика, и по этой задержке вычисляют расстояния между передатчиками и приёмниками. Вычисленные значения расстояний через модуль управления передаются в управляющую программу, установленную на компьютере, где по этим расстояниям вычисляются трёхмерные координаты каждого передатчика. Зная эти координаты, несложно рассчитать также и углы ориентации модуля излучателя – углы места, тангажа и крена. Частота обновления координат и углов – до 100 Гц.

Состав системы

Система позиционирования UM-16 содержит: модуль излучателя с тремя ультразвуковыми передатчиками (1), модуль управления (2) и до ста двадцати семи приёмных модулей (3). Дополнительно в состав системы могут входить соединительные кабели (4), внешний источник питания (рис. 1).

Модуль излучателя (1) управляется микропроцессором и состоит из трёх ультразвуковых передатчиков, узла радиоканала для синхронизации и обмена данными с модулем управления и автономного источника питания. Дальность работы радиоканала – 100 метров.

Модуль управления (2) осуществляет синхронизацию работы всего устройства и передачу данных с приёмников и модуля излучателя в компьютер. Модуль управления связан с компьютером по интерфейсу USB. Приёмные модули соединены последовательно и подключены к модулю управления с помощью интерфейса CAN. Длина линии связи для приёмных модулей – до 1 км.

Приёмные модули (3) обеспечивают приём и первичную обработку ультразвукового сигнала. Их количество зависит от геометрии рабочей зоны и может достигать 127 штук.

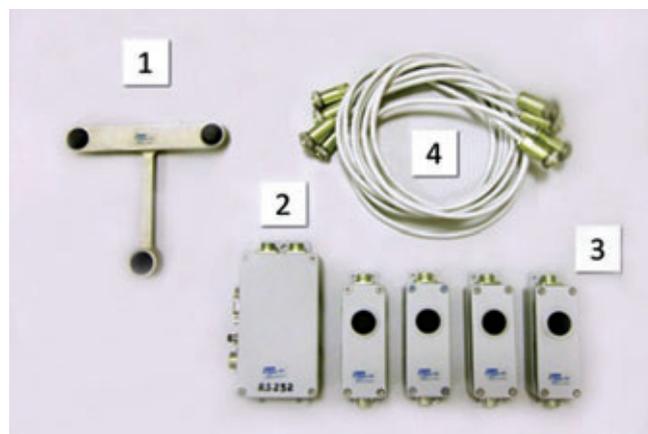


Рис. 1. Состав модульной системы позиционирования UM-16

Для калибровки системы позиционирования UM-16 используется специальный модуль. Модуль калибровки предназначен для определения точных координат установленных приёмных модулей.

Технические характеристики системы:

Система координат – абсолютная.

Точность определения координат ± 2 мм.

Точность определения углов $\pm 1^\circ$.

Рабочая область до 150 кв. метров.

Рабочий диапазон между излучателями и приёмниками 0,2 – 4,0 м.

Количество измерений в секунду (зависит от геометрии рабочей зоны) – до 100.

Габариты модуля излучателя не более: 135*125*21,5 мм, вес не более 200 г.

Габариты приёмного модуля не более: 76*51*35 мм, вес не более 100 г.

Габариты модуля управления не более: 111*84,5*30 мм, вес не более 200 г.

Питание устройства – внешний источник постоянного напряжения 24В*4А.

Стыковка с компьютером по интерфейсу USB.

Операционная система – Windows XP/Windows Vista/Windows 7.

Выбор количества и места расположения модулей

Для обеспечения требуемых в каждом конкретном случае диапазонов определяемых координат и углов поворота излучателя нужно соответствующим образом расположить приёмные модули. Поэтому вначале следует определить рабочую зону, максимально возможные углы объекта позиционирования и выбрать месторасположение и требуемое количество приёмных модулей. Это делается с учётом следующих факторов:

- в любой точке рабочей зоны, для любых из возможных положений излучателя, должно выполняться условие прямой видимости между каждым из трёх передатчиков и, как минимум, тремя приёмниками. При этом обязательно нужно учитывать диаграммы направленности приёмников и передатчиков (рис. 2);

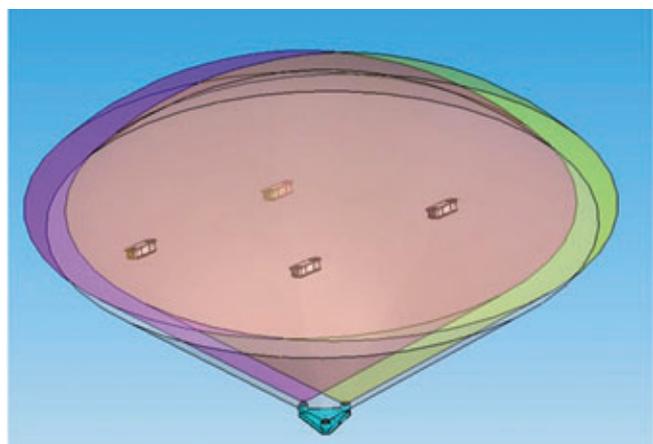


Рис. 2. Взаимное расположение излучателя и приёмников

- диаграммы направленности приёмных и передающих сенсоров одинаковы и представляют собой конусы с углом при вершине 90 градусов. Максимальная дистанция между модулем излучателя и приёмными модулями не должна превышать 4 м. При выборе месторасположения приёмных модулей необходимо обеспечить нахождение приёмников внутри вышеупомянутого конуса диаграммы направленности каждого из передатчиков модуля излучателя для всех возможных положений последних. Ультразвуковой сигнал принимается и при расположении приёмников в более широком угле, но при этом из-за снижения амплитуды сигнала возможно ухудшение точности позиционирования.

Пример соединения модулей в систему позиционирования UM-16 показан на рис. 3. Модуль управления располагается недалеко от компьютера, к которому подключается кабелем USB. Приёмные модули подсоединяются к модулю управления одной последовательной цепочкой по интерфейсу CAN. Общая длина цепочки не должна превышать 1 км. Желательно получить минимально возможную длину соединительных кабелей.

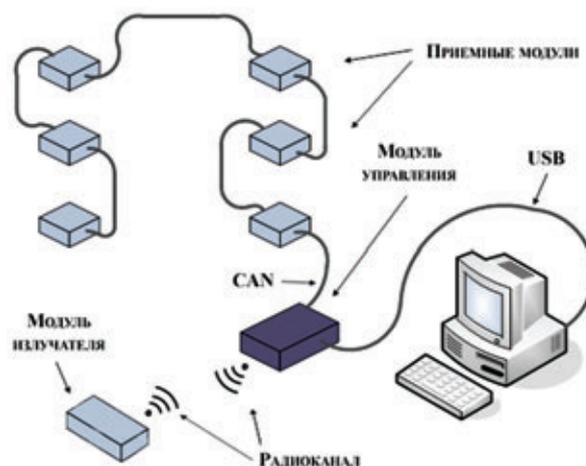


Рис. 3. Пример соединения модулей в систему UM-16

Система позиционирования UM-16 требует проведения однократной первоначальной калибровки. Цель калибровки – формирование таблицы координат всех приёмных модулей. При этом используется специальный модуль калибровки. Для калибровки используется программа calibrator.exe. Вид окна, появляющегося при запуске calibrator.exe для 16-ти приёмников, показан на рис. 4.

Назначение элементов управления:

- Секция 1 – таблица измеренных расстояний от излучателей T1-T3 до приёмников R1-R16;
- Секция 2 – таблица разброса значений за 3 секунды при измерении расстояний от излучателей T1-T3 до приёмников R1-R16. Зелёный цвет служит индикатором нормальных значений, красный – значение отсутствует, либо измерено неточно;
- Секция 3 – таблица расстояний между приёмниками.



Рис. 4. Вид основного экрана программы калибровки

Задание базиса

Для проверки калибровки и задания начальной точки отсчёта системы используется программа UM16Base.exe. Внешний вид окна программы UM16 Base.exe показан на рис. 5.

После запуска программы, в поле Device необходимо выбрать порт, к которому подключено устройство. В поле Address выберите адрес устройства. Настройки калибровки, сделанные в программе calibrator.exe, автоматически загрузятся из реестра.

Кроме того, с помощью системы позиционирования UM-16 можно осуществлять и видеоанализ движения,

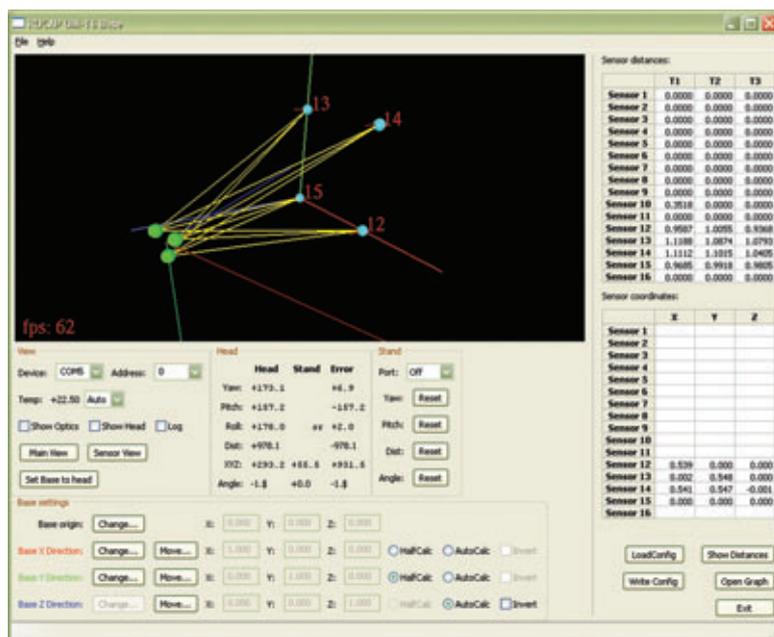


Рис. 5. Вид окна программы UM16Base.exe

как это делается в системах «Motion Capture», причём видеоанализ будет происходить в реальном масштабе времени.

Проект виртуальной студии компании РУКЭП

В настоящее время ведётся активная разработка системы позиционирования камеры для виртуальной студии.

Элементы виртуальной студии:

- Беспроводная система позиционирования камеры/виртуальной камеры. Система определяет положение виртуальной камеры в пространстве в реальном времени и передаёт данные на компьютер для дальнейшей обработки.

- Беспроводной переносной монитор для вывода изображения.

- Инструменты управления изображением: зум, перемещение точки съёмки, поворот камеры, переключение видеоизображения на дополнительный монитор и т.д. Все функции будут реализованы в виде удобных кнопок и джойстиков по сторонам от монитора.

- Программное обеспечение, осуществляющее обработку данных о положении камеры и расчёт ракурса виртуальной сцены в реальном времени.

Сам технологический процесс работы с виртуальной камерой можно разбить на несколько этапов:

- Синхронизация виртуальной сцены с виртуальной камерой, местоположение которой распознаётся с помощью системы позиционирования.

- Съёмка на виртуальную камеру: выбор композиции виртуальной сцены с участием или без участия реальных актёров.

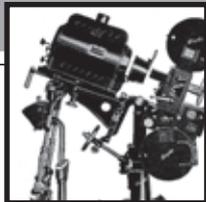
- Выбор наиболее удачного шаблона, отправка на рендеринг.

- Использование виртуальной студии необходимо на этапе превизуализации, т.к. она позволяет значительно сократить время съёмки сцен:

- Выбор ракурсов и съёмка виртуальных сцен посредством виртуальной камеры.

- Подстановка виртуальной сцены вместо зелёного фона в реальном времени при съёмке на камеру.

В настоящее время изготовлен прототип виртуальной студии с проводным соединением виртуальной камеры и реализацией расчётов в 3DMAX. Работа прототипа демонстрировалась в кинокомпании БАЗЕЛЕВС, а также специалистам Московского конструкторского бюро киноаппаратуры. Испытания прототипа подтвердили его эффективность, в ближайшие месяцы планируется радикальное усовершенствование системы. ■



ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КИНООПЕРАТОРА СО СВЕТОМ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ КИНЕМАТОГРАФЕ В 60-80-е годы

М. Онипенко,
кинооператор



■ Работа с освещением является основополагающим элементом в творческой практике кинооператора. Помимо того, что благодаря свету возникает изображение на плёнке, он формирует пространство, объём, облик и даже частично образ героев. Для кинооператора работа со светом делится на две части: с одной стороны, техническую, когда на плёнке нужно получить необходимые плотности, с другой стороны, творческую, когда при помощи освещения нужно добиться определённого эффекта освещения, создать нужную атмосферу и так далее.

Технические и творческие аспекты в работе со светом тесно связаны. Это объясняется тем, что киноплёнка и человеческий глаз «видят» по-разному. Оператору нужно чётко представлять эффект, который он хочет получить на экране, поскольку в процессе съёмок ему придётся решать целый ряд технических проблем.

Творческую работу кинооператора с освещением можно разделить на несколько основных задач, решаемых при съёмке. Первая из них – это получение объёмного киноизображения на плоскости экрана. Решение этой задачи во многом сближает кинооператора и художника, поскольку в изобразительном искусстве, начиная с эпохи Возрождения, многие мастера пытались преодолеть плоскостное ограничение картины, чтобы более достоверно изобразить трёхмерный мир, доступный зрению. Преодолеть эти ограничения, с одной стороны, помогло открытие перспективы, законы которой для кинематографа не столь актуальны, как для живописи, поскольку на экране перспектива передаётся за счёт оптико-геометрических свойств кинообъективов. В кинематографе важнее то, что можно менять перспективу, делать её непривычной для зрителя, подбирая различные объекты. Другой важной составляющей при преодолении плоскости стало понимание того, что свет при умелом использовании создаёт объём. Так Леонардо да Винчи в своих трактатах о живописи отмечает этот момент: «Первое намерение живописца – сделать так, чтобы плоская поверхность показывала тело рельефным и отделяющимся от этой плоскости, и

тот, кто в этом искусстве наиболее превосходит других, заслуживает похвалы; такое достижение – или венец этой науки – происходит от теней и светов, или, другими словами, от светлого к тёмному»[1]. Это замечание, написанное великим живописцем пять веков назад, остаётся по-прежнему актуальным, в том числе и для кинооператоров. Отрабатывая пространство при помощи света, оператор добивается передачи объёма предметов, а, следовательно, и иллюзии трёхмерного пространства на экране.

А. Головня, который всегда сближал опыт изобразительного искусства и мастерство кинооператора, считал, что в вопросах работы со светом оператор поступает во многом так же, как и художник: «Оператор, освещая киноосветительными приборами фигуры, движущиеся в пространстве, накладывая свет и тени, блики и рефлексии, как бы пишет картину, которая будет перенесена на плёнку и затем на экран, где и возникает кинокартина как оптическое явление, как отражённый свет и цвет, с достаточной для зрительного восприятия точностью воспроизводящая действительность»[2].

Добиваться объёмного освещения кинооператоры сумели достаточно быстро, наиболее успешны в этом плане были работы голливудских мастеров 30-50-х годов, которыми была разработана система прецизионного освещения или зонального освещения. В нашей стране в это же время похожей схемой пользовались Б. Волчек, Л. Косматов, Ю. Якельчик и др. В «живописном» кинематографе похожая манера работы с освещением была мало востребована, но отголоски её можно найти в работах С. Урусевского, например, в фильме «Летят журавли». По такому принципу освещены интерьеры, когда много небольших осветительных приборов отрабатывают различные поверхности, создавая дополнительный объём и делая изображение визуально интереснее и богаче полутонами. Похожая система освещения была ещё достаточно распространена в нашей стране в конце 50-х, начале 60-х годов, но вскоре отечественные операторы отказываются от неё, освещая декорации в основном при помощи широких пото-

ков мягкого света, используя большие рассеиватели или применяя отражённый свет.

Переход от направленного прецизионного освещения к более мягкому рассеянному стал одной из изобразительных особенностей в работе со светом, которая характерна для периода «живописного» кинематографа 60-80-х годов. Такая смена в освещении внесла не только технологические, но и эстетические изменения. Кинооператоры, работая в павильонах со светом, теперь добивались большей естественности, стараясь использовать тот или иной оправданный источник освещения: окно, дверной проём, свечу и т.д. Теперь для зрителя освещение становилось более естественным и логичным, а изображение – достоверным.

Такое изменение в системе освещения можно назвать органичным для «живописного» кинематографа, поскольку, если вспомнить его основные особенности, то это сложное совмещение поэтических деталей, заложенных в драматургию. Достаточно точно определил своеобразие этого художественного явления В. Михалкович, применив понятие «живописный стиль» применительно к кинематографу: «Кадр «живописного стиля» во всех своих деталях, подробностях, декоративных массах оказывается «оживлённым», осмысленным, полным значения. Достигается это методом довольно простым, но действенным как всё простое: детали и декоративные массы помещаются «внутри» человеческого действия, может быть даже невидимого в данный момент, в данном изображении, внутри действия, раньше обычно домысливавшийся, скажем, как действие художника»[3].

Переход к более естественному освещению хорошо заметен во многих картинах, например, в «Дворянском гнезде» (режиссёр А. Кончаловский, 1968), кинооператор Г. Рерберг использует широкие потоки мягкого или отражённого света при работе во многих интерьерах. Это характерно для его творчества, поскольку две предыдущие картины, снятые им с А. Кончаловским, были сделаны в документальной манере, что особенно характерно для «Аси Клячиной» (1967). Когда документальность становится определённым приёмом, что хорошо видно по композициям многих кадров, которые специально «как бы» не выстроены. Такая же тенденция прослеживается и в освещении: Г. Рерберг в основном использует естественное освещение, либо точно подбирает искусственный свет (подсветку), чтобы сбалансировать его к естественному свету и тем самым не выдать его ненатуральности, и всё это делается с целью усилить иллюзию достоверности.

Картина «Дворянское гнездо» выстроена по нескольким принципам и сделана на другом материале, но манера освещения под естественный свет сохраняется. В данной работе Г. Рерберг делает ряд интересных экспериментов в освоении цветного освещения: он начинает одним из первых применять окрашенный рассеянный свет от естественных поверхностей, например, от стен или одежды героев. Тем самым добивается окрашенных световых рефлексов, которые, с одной стороны, придают изображению большую достоверность, а с другой стороны – делают его интереснее.

В следующей совместной картине А. Кончаловского и Г. Рерберга – «Дядя Ваня» (1970) оператор продолжает раз-

вивать эти принципы освещения. Всё действие фильма происходит в декорации, талантливо выполненной и продуманной художником Н. Двигубским, и только несколько кадров сняты на натуре. Работая со светом в павильонной декорации, Г. Рерберг имел большие возможности в использовании освещения, поскольку оно находилось под его полным контролем и не зависело от погодных условий.

Работая со светом, Рерберг развивал тенденцию воссоздания естественного освещения в павильоне. Это было связано с его личным творческим опытом, хотя, возможно, решающую роль в выборе стиля освещения сыграло то, что, работая над экранизацией классики, оператор придерживался эстетики, близкой к Чехову. Эстетики – опирающейся на жизненную достоверность и повышенное внимание к деталям, которые на первый взгляд незначительны, но имеют в чеховской прозе огромное значение.

Влияние чеховского стиля прослеживается и в работах художника-постановщика и художника по костюмам. Декорации Н. Двигубского максимально отфактурены и достоверны, детали подобраны точно и сообразно эпохе, но в то же время пространство творчески организовано: интересно решена полукруглая веранда с колоннами и роялем, от которой отходят несколько коридоров, что создаёт ощущение глубины пространства и перспективу. Такую же точность можно заметить и в работе с костюмами художницы Л. Кусаковой – они точно соответствуют персонажам, их настроению и состоянию. Например, когда Соня (И. Купченко) в хорошем настроении и полна надежд – на ней светлое платье, когда она пытается заниматься домом и ставит самовар – на ней русский расписной платок; а когда она в конце фильма смиряется со своим положением – становится похожей на монашку. Л. Кусакова одевает её в невзрачное коричневое платье, поверх которого серая вязаная жилетка, что по цвету и по фактуре соответствует состоянию безразличия и смирения.

В работе со светом Г. Рерберг придерживается схожих принципов: чёткая установка на реалистичность освещения, сопряжённая с работой на нюансах и тонких световых акцентах на нужных деталях. Проводя связь с изобразительным искусством, наибольшее число схожих моментов можно найти в русской живописи второй половины 19-го века – с И. Крамским, И. Репиным, В. Серовым и другими художниками. Наиболее отчётливо эта внутренняя взаимосвязь изобразительных элементов проступает в освещении интерьеров и портретов, а также в общем сдержанном колорите и достаточно тёмных по тону фонах в ряде портретов, когда это не провальная темнота, как у Рембрандта, а достаточно тёмный по тону, но всё же проработанный фрагмент интерьера. Использование указанных изобразительных элементов наводит на взаимосвязь с художниками, которые были современниками А. Чехова, тех художников (в основном из круга передвижников), которым удалось отразить человеческие отношения и передать атмосферу и мироощущение того времени.

Интересно сравнить атмосферу и свет на картине И. Крамского «Осмотр старого дома» (1874) и атмосферу и свет, созданные Г. Рербергом в фильме «Дядя Ваня».

И. Грабарь так обрисовывает работу И. Крамского: «Он написал картину, в которой предугаданы будущие чеховские настроения, и которая странным образом соединяет душевную тоску федотовского захоластного офицера с хмуростью наставших позже дней. В этой картине, изображающей «Осмотр старого дома», он написал самого себя, в холодный осенний день вернувшегося с дачи в город и в сопровождении дворника осматривающего дом. В унылых линиях пустынного зала, в скучно висящих картинах, в чехлах, надетых на мебель, — есть нота щемящей тоски, есть настроение, говорящее зрителю больше, чем много-речивые сочинения на гражданские темы большинства современников Крамского» [4]. Грабарь точно подметил чеховские настроения, которые заложены в темноватой тональности, в коричневатом сдержанном колорите, в мягком, слегка холодном свете из окна, который не создаёт ярко выраженного рисунка. Всё погружено в некую оптическую дымку, которая слегка размывает предметы. Картина не была закончена художником, зритель различает некоторые смыслообразующие детали, такие, как портрет барина или чехлы на мебели.

Если посмотреть на киноизображение, созданное Г. Рербергом, можно подметить ряд схожих моментов: оператор работает в темноватой тональности, в таком же сдержанном колорите, что и Крамской, подбирает холодное, зачастую рассеянное освещение из окон, которое подчёркивает объём и выявляет глубину. Освещение многих кадров, такое же ненавязчивое, как и свет пасмурного неба в осенний день, сделано точно — не только психологически, но и драматургически, поскольку действие чеховской пьесы, а затем и фильма происходит осенью, о чём не раз с некоторой грустью упоминают герои.

Интересную параллель можно провести между портретами, снятыми Г. Рербергом, и портретами Крамского или даже Серова, поскольку второй помещал своих героев в реальный интерьер, который психологически добавлял характеристики герою, что ближе чеховской прозе, нежели несколько условный фон, который зачастую использован Крамским. Можно вспомнить и то, что Серов оказал заметное влияние на многих отечественных кинематографистов: им восхищались такие кинооператоры, как А. Головня и А. Москвин, его творчество любил и разбирал С. Эйзенштейн, например, композиционное решение, найденное Серовым в портрете М. Ермоловой [5].



И. Крамской. «Осмотр старого дома»

Интересно рассмотреть два портрета, снятых Рербергом в сцене объяснения Тони (И. Мирошниченко) и Сони (И. Купченко), когда они разговаривают о докторе. Эта беседа происходит после их двухнедельной ссоры, когда они долго не разговаривали друг с другом, и Тоня, чувствуя себя неким изгоем в этом доме, и поэтому словно исповедуется перед Соней. У Сони же, напротив, хорошее настроение, она только что разговаривала с доктором (С. Бондарчук), в которого влюблена. У девушек абсолютно разное эмоциональное состояние, но они обе хотят объясниться.

Рерберг снимает эти портреты в реалистической манере, но делает это по-разному. И. Мирошниченко он размещает на тёмном фоне, выделяя её светом, а И. Купченко — около окна, за которым раннее утро и идёт дождь. Портрет Тони выполнен в тёмной тональности, что соответствует её подавленному настроению, фон сильно притемнён, но всё же детали интерьера за спиной девушки различимы. Тоня завернута в тёмный платок, в который иногда кутается, словно ей неуютно, при этом она ещё обхватила себя руками, что в совокупности с чёрным «траурным» платком делает её более зажатой. Цвет в портрете почти монохромный, за исключением бледно жёлтого лица и нескольких голубоватых бликов по фону — такой бесцветный колорит точно соответствует состоянию героини. Свет на лице Тони достаточно мягкий, он падает справа сверху, под углом в 45 градусов, по классической портретной схеме. На лице нет резкой светотени, но овал лица хорошо обрисован, свет вполне реалистичный, поскольку совпадает с освещением всей сцены на общем плане. Но, несмотря на внешнюю простоту, свет в этом портрете выставлен очень точно:

- он освещает столько, сколько нужно, притемняя фон и отделяя лицо;
- он создаёт световой акцент на лице — это заметно по тому, как оператор точно притемнил правую руку героини, чтобы она не отвлекала внимание своей светлотой;
- освещение настолько органично, что не вызывает у нас никакого сомнения в своей достоверности.

Портрет Сони снят в похожей манере, возможно, одним и тем же объективом, примерно 65 мм. В этой сцене Соня выступает, как некий антипод, у неё совершенно другое состояние и настроение: после разговора с доктором, в которого влюблена, она смотрит с некоторым оптимизмом в будущее. Оператор снимает героиню около окна, что придаёт кадру некоторую живость за счёт того, что за окном качается листва и идёт дождь. Зритель ощущает присутствие природы и свежести, что во многом перекликается с внутренним миром героини. Это также создаёт некий контраст с Тоней, которая находится в глухом, словно безвоздушном пространстве. За окном раннее утро, и мягкий голубоватый свет попадает на лицо Сони, в то же время тёплый рефлекс идёт из комнаты и подсвечивает её левую щеку. По колориту портрет Сони значительно богаче, чем Тони. Так, начиная с правой части кадра — тёмного коричневого, идёт постепенный переход к окну, за которым виднеется зелёная листва, освещаемая холодным



Портрет Тони (И. Мирошниченко)

светом – колорит кадра построен на некой растяжке цветового тона от тёплого к холодному. Но в то же время колорит достаточно сдержан и построен в основном на нюансах, здесь нет локальных цветов, и в целом, он достаточно блеклый. Однако по сравнению с портретом Тони – это насыщенный цвет. Возможно, в таком тонком подходе к цвету Рерберг чем-то приблизился к чеховской интонации, построенной на нюансах.

По свету портрет Сони выстроен по аналогичным принципам, что и Тони: та же мягкость по свету в обработке объёма лица, та же точность в световой раскладке и та же общая реалистичность. Только теперь в портрете Сони можно видеть больше оттенков света: то есть световая градация в портрете Сони много больше, в нём есть и тёмные тени, и полутона, и блики за окном и т.д. В портрете Сони световой строй, как и цветовой, значительно богаче, что в свою очередь соответствует её внутреннему мироощущению, когда мир для неё полон света и красок. По тональности портрет Сони также отличается от Тониного: он значительно светлее, во-первых, из-за окна, во-вторых, оператор делает его в целом светлее по тону, а, в-третьих, на Соне светлое платье, которое как бы противопоставляется чёрному платку Тони. Портрет Сони светлее по тону и это создаёт несколько иное настроение – более приподнятое, но в то же время разница в тоне в портретах не такая уж значительная, поскольку, если бы она была действительно большой, то эти портреты бы плохо монтировались.

В этих портретах Георгию Рербергу удалось, работая на нюансах, добиться визуальной разницы, которая кажется значительной. Но если присмотреться, то заметно, что колорит и там сдержан. Только в Сонином портрете использовано больше оттенков холодного, которые создают богатство цвета, хотя это достаточно сдержанная палитра, которую можно сравнить с работами И. Крамского и В. Перова. В общем-то, при небольших градациях света Рербергу удалось в этих портретах добиться большой разницы между ними. Работая над этими портретами, оператор весьма аккуратно использовал возможности пластических элементов. Например, нет больших контрастов или ярких локальных цветов, всё сдержанно, всё реалистично и на месте, возможно, именно в этой скры-



Портрет Сони (И. Купченко)

той точности и происходит совпадение чеховской прозы и изображения Рерберга. Именно такую кинооператорскую работу В. Юсов считает одним из наивысших достижений профессии, когда не видно приёма, когда операторская работа не бросается в глаза, но всё точно и уместно.

Рерберг, снимая в павильоне, старался полностью имитировать естественное освещение. Работая по такому принципу, он ставил перед собой достаточно сложную задачу: ему нужно было внутри декорации создать ощущение естественного освещения, и так осветить фоны, и отработать окна, чтобы у зрителя не возникло никакого сомнения в том, что это – реальный интерьер. Для решения этой задачи Рерберг разработал интересную схему света: он расставил по периметру декорации перед окнами большие отшлифованные листы жести, в которые и направлял приборы. Свет, отражаясь от этих листов, частично преломлённый и рассеянный, шёл в декорацию. Помимо этого, между листами и окнами была размещена зелень деревьев, которая при помощи ветродуев качалась, что создавало дыхание света в помещении, очень схожее с естественным. Работая отражённым светом, кинооператор создавал имитацию света неба, проходящего в интерьер через листву, что давало ощущение естественности и создавало мягкий свет на актёрах, необходимый для передачи нужного настроения.

К середине 60-х годов кинооператоры всё чаще начинают использовать отражённый или рассеянный свет, отказываясь от многих установок громоздкого прецизионного освещения, использовавшегося в основном в 30-е годы в Голливуде, которое было очень трудоёмким и носило несколько театральный характер, когда виден верхний и контровой свет. Однако, многие важные наработки прецизионной системы света остались: кинооператоры по-прежнему использовали достаточно большое количество осветительных приборов, только теперь старались придавать свету более оправданный характер. В прецизионной системе каждый прибор отвечал за отдельный участок кадра. В «живописном» кинематографе этот принцип остался, только теперь каждый прибор имитирует либо реальный источник света, либо какой-то рефлекс или блик от глянцевой поверхности. Осталась и система верхнего освещения, когда большую часть приборов поднимали на леса –



Кадр из фильма «Андрей Рублёв»



Корреджо. «Ночь»

это была очень удобная разработка, которую используют до сих пор, и особенно популярна она на телевидении. В «живописном» кинематографе кинооператоры много светили со специальных верхних лесов, только теперь они в основном направляли приборы на фон и редко работали на актёров, чтобы не выдавать декорацию и отсутствие потолка. Работая с отражённым и рассеянным освещением, кинооператоры по-прежнему стремились добиться большего количества полутонов, построенных на рефлексах, но старались это сделать более скрыто и тонко, что по-своему соответствует внутренним установкам «поэтического» кинематографа, построенного на нюансах и полутонах.

Чтобы более наглядно представить себе, как изменилась работа с освещением в рамках «живописного» кинематографа, можно сравнить две картины, сделанные одними и теми же кинематографистами А. Тарковским и В. Юсовым с разницей всего в четыре года: «Иваново детство», снятое в 1962-м году и «Андрея Рублёва», – в 1966-м году. В первой картине стилистика освещения отчётливо перекликается с фильмами конца 50-х годов, с такими шедеврами операторской работы, как «Летят журавли» и «Судьба человека». В «Ивановом детстве» В. Юсов применяет схожее экспрессивное освещение, которое добавляет динамики и выразительности действия в связи со снами Ивана и войной, которая искажает восприятие. Такое «нереальное» освещение становится уместным и добавляет художественной образности.

В картине «Андрей Рублёв» используется совершенно иная стилистика освещения: она более достоверна в бытовом плане, менее экспрессивна (нет динамичного света, ярких бликов, вспышек света, почти нет провалов теней и т.д.). Освещение в большей части фильма достаточно ровное и приближённое к пасмурному дневному свету. Изображение здесь строится больше на композиции, на плавном движении камеры, а все световые эффекты отходят на второй план. Такое изобразительное решение, связанное с освещением, придаёт картине определённую строгость и простоту, а в совокупности с композицией придаёт некое величие, основанное на отказе от ненужных эффектов. Это решение внутренне органично перекликается с живописью

Андрея Рублёва, которая выделяется своей простотой и чистотой духовного начала.

Изображение в «Андрее Рублёве» является во многом знаковым для отечественного «живописного» кинематографа. Тарковскому и Юсову одними из первых удалось не только совместить в общем-то выдуманную действительность (об Андрее Рублёве и о том времени известно мало) с поэтическими деталями, связанными с творчеством живописца, но и снять это в такой лаконичной и достоверной манере. После «Летят журавли» эту картину можно считать этапным явлением в «живописном» кинематографе, которое повлияло на развитие операторского искусства в нашей стране.

Переход к реализму освещения во многом был связан с зарубежным опытом: с неореалистами, а затем и «новой волной». Эти кинематографические направления шли от установок документального кино, в том числе это касалось и работы со светом. На наш кинематограф второй половины 50-х годов помимо этого сильное влияние оказала военная хроника. Многие кинематографисты прошли войну и были хорошо знакомы с тем чёрно-белым изображением хроники, которое пройдя через призму войны, казалось намного выразительнее постановочных картин конца 40-х – начала 50-х годов. Повторилась история с тем влиянием, которое оказала хроника Гражданской войны на кинематограф 20-х годов.

В период «поэтического» кинематографа операторы, стараясь добиться большей достоверности в освещении, разрабатывали всевозможный эффектный свет, который имитировал бы определённый источник освещения, начиная от простых – таких, как окно или дверь, и заканчивая достаточно сложными – такими, как свеча или лунная ночь. Достижение этих задач было связано с решением ряда технических проблем. Например, чтобы передать эффект свечи, требовалось 5 или 6 небольших приборов мощностью от 200 Вт и до 1 кВт, поскольку чувствительность плёнки не позволяла снимать при пламени свечи. Поначалу светочувствительность цветной плёнки была настолько мала, что приходилось подсвечивать сам источник освещения, то есть направлять отдельный прибор на свечу. В статичном кадре эти проблемы решались достаточно легко, но если

актёр и камера перемещались, то перед оператором вставал ряд сложностей. Так, если актёр двигался по кадру со свечой, то его сопровождали лучом прожектора, чтобы как-то имитировать свет свечи, но это выглядело нарочито. Более удачным было решение, когда в руку актёру вместе со свечой давали маленький фонарик, работающий на лицо и создающий нужную экспозицию – тогда эффект получался более достоверным.

Работая с эффективным светом, кинооператоры стремились к большей точности. Их уже не устраивала условность источников света в кадре, когда полностью не соблюдались эффект и световая география: когда, например, лампа стояла рядом с актёром, а свет шёл с другой стороны. Стремясь к достоверности, кинооператоры старались сделать эффект менее заметным, поэтому разрабатывали всякие приёмы имитации огня, света от воды и т.д. Интересных результатов в этом направлении добился П. Лебешев, снимавший при одной лампе, при свечах, и даже при спичке, тем самым идя на большой риск получить технический брак. Конечно, выбрав такой принцип, операторы заведомо ограничивали себя некоторыми рамками, отказываясь от своеобразной экспрессии и условности, которые, например, присутствовали в ранних работах А. Москвина, который размещал свет, не ища бытового оправдания, а стараясь добиться наибольшей выразительности объекта и руководствуясь только художественными установками.

Стремление к достоверной передаче эффекта освещения не было самоцелью лучших отечественных кинооператоров в 60-80-е годы. Многие из них стремились извлечь из этого реализма образы, которые были достоверны, и в то же время имели некий символический пласт. С целью решения этой задачи, многие кинооператоры обращались к изобразительному искусству, к работам таких мастеров, как Рембрандт, Ла Тур или Рибера. Они в своих работах особо разрабатывали драматургию света. Р. Арнхейм так описывает символизм освещения Рембрандта: «Традиция символического использования дневного света в церковной архитектуре и света свечей во время богослужения прошла через века. Именно она нашла отклик в душе Рембрандта. Для картин Рембрандта типичным является то, что в них изображено узкое тёмное место, в котором луч света олицетворяет собой оживляющее послание извне, которое не постигается и не наблюдается. Оно воспринимается лишь через своё собственное мощное отражение. Когда луч падает сверху, жизнь на земле существует не в центре мира, а на его тёмном дне. Глаз заставляет понять, что человеческое жилище есть не что иное, как долина теней, целиком зависящая от истинного существования на божественных высотах. Невидимая свеча является одним из художественно-образительных приёмов, устраняющих пассивность происходящих в картине событий. В результате этого приёма освещённый предмет сам становится источником света. Таким путём Рембрандт заставляет книгу или лицо излучать свет, не нарушая требований реалистического стиля картины. Пользуясь данным изобразительным методом, он успешно изображает главную тайну библейской

истории о том, как свет стал материей»[6]. Арнхейм указывает на суть творческого метода в использовании света Рембрандтом.

В лучших работах отечественных кинооператоров можно найти кадры, в которых свет имеет символическое значение. Например, в картине А. Тарковского «Зеркало», снятой Г. Рербергом, есть эпизод, когда героиня М. Тереховой с сыном приходит к зажиточной крестьянке, чтобы обменять серьги на продукты. Крестьянка показывает гостям своего маленького сына, ещё младенца, лежащего в колыбели. Кинооператор ставит свет таким образом, словно свечение исходит от этого младенца, и это точно соответствует драматургии, поскольку для гостей этот малыш в чистенькой кроватке, в красивом белье, кажется каким-то чудом. Такой световой эффект отчётливо перекликается с картиной Корреджо «Ночь», на которой изображён только что родившийся младенец Иисус, от которого исходит свечение, освещающее всех присутствующих. Рерберг частично повторяет этот эффект при помощи золотистых отблесков на лицах героев.

Г. Рерберг имел интересную особенность работы со светом, на что указывает хорошо знавший его В. Железняков: «... Георгий Рерберг ... считал, что кроме вышеперечисленных двух составляющих (света, прим. автора) – направленной и отражённой, есть ещё третья – нравственная составляющая, она-то и является определяющей. Во время одного из наших разговоров он совершенно серьёзно сказал, что та часть его профессиональной деятельности, которая связана с работой со светом, вполне предметно и конкретно материализует его представление о соотношении добра и зла в нашем мире. И это всегда выражалось в его фильмах»[7].

Практически параллельно с Г. Рербергом сначала в Италии, а затем в Голливуде известный кинооператор В. Стораро использует схожие принципы в подходе к освещению. Об этом он рассказывает в интервью после съёмок картины «Караваджо»[8]. В. Стораро говорит о том, каким важным для его творчества является обращение к живописи Караваджо, поскольку художник сумел символически изобразить борьбу света и тени, он также указывает на символическое использование глубокой тени: «... тени Караваджо – это визуальное воплощение скрытых участков, присущих разуму, ... это состояние свойственное человеческому бессознательному»[9]. Стораро обращает внимание на то, что кинооператорам необходимо изучать наследие Караваджо, чтобы понять, как художник гармонично решает соотношение света и тени (тьмы) в каждой из своих картин.

В «живописном» кинематографе символическое использование света становится одной из присущих черт работы оператора. Например, очень интересно решена сцена в картине Т. Абуладзе «Мольба», талантливо снятая оператором А. Антипенко, когда повешенную невинную девушку снимают с виселицы. В этой сцене есть один общий план, когда девушку непосредственно вынимают из петли. Оператор ставит камеру таким образом, что тело девушки, когда она висит, перекрывает солнце, а в тот момент, когда её снимают, яркий солнечный свет ударяет непосредственно в объектив, создавая ореолы и достаточно сильную засветку.

При помощи такого достаточно простого приёма Антипенко сумел добиться сильного эффекта изменения изображения в одном кадре, и этот эффект полностью оправдан драматургически: сначала зритель видит мрачный кадр с висящей девушкой, с нарочито уравновешенной композицией, с контровым солнцем, которое мы сначала почти не видим, а девушка проступает полусилуэтом на фоне неба. Первая часть кадра сама по себе достаточно драматична как по содержанию, так и по используемым пластическим элементам, чему в основном способствуют достаточно тёмная тональность и контраст. Во второй части кадра (после снятия девушки) всё изображение меняется радикальным образом: сильный солнечный свет, ударяя в камеру, сразу меняется тональность и контраст за счёт внутреннего рассеяния света в объективе, и перед нами возникает светлое, достаточно оптимистичное изображение.

Символическое использование света наводит на ряд аналогий, поскольку из фильма мы узнаём, что повесили, в общем-то, невинную девушку, и в данном кадре мы видим, что только после того, как её сняли с виселицы, на землю проливается сильный свет и к людям приходит раскаяние в содеянном, что во многом перекликается с историей Христа.

ВЫВОДЫ

Подводя некоторый итог, связанный с работой кинооператоров «живописного» кинематографа со светом, можно указать несколько принципиальных новаторских изменений в этой области творчества. С начала 60-х годов формируется отчётливая тенденция к созданию более реалистичного освещения в кадре, многие кинооператоры стараются уйти от искусственного павильонного света, который напоминает верхнее театральное освещение. Свет становится более адресным и привязывается к конкретному источнику, который, как правило, заявляется в кадре. В «живописном» кинематографе наблюдается повышенное внимание к эффектному свету, который имитирует свет какого-либо источника, поэтому идут активные разработки всевозможных схем света, которые смогут как можно более достоверно воссоздать тот или иной эффект, например, свет от факела или электрического фонаря.

В период «живописного» кинематографа наблюдается интерес к созданию более достоверного изображения в целом, что проявляется в работе оператора и художника: декорации становятся более фактурными, зачастую начинают снимать в реальных интерьерах, работая в которых операторы стараются подстроиться под естественный свет для данного помещения, который диктуется определённой географией источников света. Снимая в павильонах, кинооператоры и художники стараются сделать это как можно незаметнее для зрителя, как, например, в картине «Дядя Ваня».

Встречаются интересные примеры, когда из-за производственных особенностей снимают натуру в павильоне, и при помощи мощных приборов стараются создать полную имитацию солнечного света и света от неба. Так, для картины «Легенда о Тиле» режиссёры А. Алов и В. Наумов, худож-

ники А. Пархоменко и В. Черняев строят большие декорации нидерландского города XVI века в одном из павильонов МОСФИЛЬМа. Кинооператор В. Железняков воссоздаёт эффект естественного света, который меняется в зависимости от эпизодов, от ночного к вечернему и т.д. Для освещения такой площади (практически несколько улиц) потребовалось большое количество осветительных приборов, большая часть из которых имитировала свет неба и создавала необходимое количество заполняющего света, характерного для дневного света. Основная сложность таких съёмок для кинооператора заключалась в том, чтобы не только воссоздать определённый эффект, но и чтобы кадры, снятые в павильоне, хорошо монтировались по свету с кадрами, снятыми на натуре.

Со стремлением кинооператоров к большей достоверности освещения возникла новая технология работы со светом. Теперь они всё чаще начинают использовать отражённый и рассеянный свет, что связано с его более естественным восприятием для человека. Кинооператоры стараются смягчить многие эффекты, всё реже используют экспрессивный свет и жёсткий, контрастный свет, который практически не характерен для бытового зрительного опыта, так как широта динамического диапазона глаза в разы больше, чем у плёнки.

С приходом нового стиля киноосвещения операторы осваивают другие принципы создания изобразительного образа, основанного на естественном освещении, и в этом им сильно помогает опыт реалистической живописи таких художников, как Рембрандт и Ла Тур, а также работы художников-передвижников. Обращаясь к опыту мастеров изобразительного искусства, которые при помощи оправданного света, сумели создать высокие образы, кинооператоры ищут символические элементы, связанные со светом, стремясь обогатить дополнительным смыслом образ на экране. В этом симбиозе из достоверности и символизма заложено новаторство в подходе к свету в период «поэтического» кинематографа. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонардо да Винчи «Суждения о науке и искусстве». — СПб.: «Азбука-классика», с. 61, 2006.
2. Головня А.Д. «Мастерство кинооператора». — М.: «Искусство», с. 115, 1995.
3. Михалкович В. Стиль кинематографа и стиль фильма. М. «Искусство кино», № 1, 1978 г.
4. «Иван Николаевич Крамской». — М.: «Советская Россия», с. 95, 1988.
5. Эйзенштейн С. «Монтаж». — М.: Искусство, с. 135–155, 2000.
6. Арнхейм Р. «Искусство и визуальное восприятие». — М.: «Прогресс», с. 313, 1974.
7. Железняков В. «CINEMATOGRAPHER» — М.: «Пробел-2000», с. 68, 2004.
8. The article "Baroque Visions"// American Cinematographer. № 7, p. 54–65, 2007.
9. Ibid, p. 55.



PERCEPTUAL COLOR FILM RESTORATION

ПЕРЦЕПЦИОННАЯ РЕСТАВРАЦИЯ ЦВЕТНЫХ ФИЛЬМОВ



Alessandro Rizzi



Majed Chanbal

Перевод В. Сычёва, к.т.н., ОАО «НИКФИ»

Кинематографические архивы составляют важную часть нашей коллективной памяти. В 1950 годах трёхцветная плёнка стала стандартом, на котором зарегистрированы миллионы кинематографических работ. Пару десятилетий спустя выяснилось, что это химически нестабильный процесс, приводящий со временем к выцветанию красителей. Поскольку явление обесцвечивания необратимо, фотохимическое восстановление невозможно, и, следовательно, у цифрового восстановления цвета нет альтернативы. Обычно выцветшая прокатная копия является единственной доступной записью фильма, и нет никаких данных об оригинальных цветах; поэтому цвет и динамический диапазон цифрового восстановления зависят от исторических исследований и навыков технических специалистов, управляющих параметрами реставрации. Это приводит к длительному и сложному процессу восстановления. Поэтому реставрационные устройства вынуждены выдерживать баланс между большим количеством сложных функций восстановления, необходимых для достижения точности результата, и ограничением количества этих функций для поддержания простоты их использования.

В качестве альтернативного решения мы использовали известные свойства зрительной системы человека (ЗСЧ), чтобы предложить квази-автоматическое устройство фильтрации повреждённых кадров. Фактически, цветовые искажения, вызываемые старением, можно рассматривать как общий хроматический шум, и поэтому для их восстановления применим алгоритм пространственного синтеза цвета. Более того, метод, основанный на поведении ЗСЧ, не требует какой-либо предварительной информации о виде и величине цветовых искажений. Было выполнено несколько тестов с алгоритмом, называемым ACE (Automatic Colour Equalization – Автоматическое Цветовое Выравнивание). ACE – один из этапов технологического процесса восстановления, и он был модифицирован для удовлетворения потребностей практики цифровой реставрации фильмов. Базовый алгоритм ACE автономно выделяет в кадре визуальный контент, корректирует цветовые искажения и расширяет динамический диапазон. Однако такие действия не всегда являются правильным решением для реставрации: бывают ситуации, когда цветовые искажения должны сохраняться (например, подводные съёмки) или не надо увеличивать динамический диапазон (например, закатные или ночные съёмки). С этой целью были введены новые функции для сохранения естественной формы гистограммы, что добавило эффективности процессу восстановления. И, наконец, были добавлены другие функции, позволяющие получать удовлетворительные результаты в случаях существенного повреждения исходных кадров.

Представлены примеры, на которых обсуждаются характеристики, преимущества и ограничения использования моделей визуального восприятия в цифровой реставрации фильмов.

■ ВВЕДЕНИЕ

Фотографические и кинематографические архивы содержат культурные и исторические записи, бесценные для будущего. К сожалению, с введением в 1950-х годах трёхцветной киноплёнки (в отличие от предыдущего про-

цесса Technicolor) выцветание красителей стало растущей проблемой.

Физически цветная плёнка состоит из чистой пластиковой основы, намного более тонкого слоя желатиновой эмульсии и изображения, состоящего из цветных краси-

телей. Выцветание обусловлено спонтанными химическими изменениями красителей изображения цветных фильмов. Многие старые фильмы имеют различный характер цветовых искажений, связанный с более быстрым выцветанием одного или двух красителей. Цветные негативы, слайды, промежуточные материалы и фильмокопии подвержены этому эффекту [1].

Первые поколения цветных фильмов выцветали в течение нескольких лет при хранении при комнатной температуре. Современные плёнки более стабильны, но также неизбежно подвержены выцветанию (около 40 лет при комнатных условиях для существенного выцветания).

Выцветание красителей – химически необратимый процесс. Основным методом замедления процесса отбеливания является хранение фотографических и кинематографических материалов при возможно более низкой температуре и средней влажности. Крупнейшие студии Голливуда и другие крупные киноархивы построили для сохранения фильмов специальные хранилища с низкой температурой и контролируемой влажностью. Поскольку обесцвеченные красители не могут быть реставрированы фотохимически, цифровые технологии являются единственным способом восстановления выцветших материалов.

Технический прогресс и более мощные и дешёвые машины делают возможным цифровое восстановление фотографических и кинематографических архивов с приемлемой скоростью. Помимо того, что цифровое восстановление способно бороться с артефактами, неподвластными традиционным фотохимическим техникам реставрации, оно имеет то преимущество, что не воздействует на исходный материал, т.к. работа идёт с цифровой копией. Цифровое восстановление также повышает производительность, уменьшая время и стоимость работ.

Подчеркнём тот факт, что цифровое восстановление скрывает повреждения и минимизирует эффекты деградации только в том случае, когда на фотографическом материале остаётся достаточно информации для обработки. Процесс восстановления начинается с преобразования каждого кадра в цифровое изображение с помощью фильм-сканера высокого разрешения. Размер цветного цифрового изображения может достигать 45 мегабайт на кадр. Цифровые изображения обрабатываются рабочими станциями. В конце восстановленные изображения записывают на новый фотохимический материал.

Данная статья представляет квази-автономную технику цифрового восстановления, основанную на модели восприятия зрительной системы человека, разработанную для коррекции выцветания и контраста. Поскольку это квази-автономная техника, она уменьшает время человеческого участия и стоимость цифрового восстановления. В зависимости от состояния исходных материалов и желаемого результата она может быть использована как полная технология восстановления или только автоматическая подготовительная процедура, существенно снижающая дальнейшие усилия по реставрации.

Предложенный подход

Цифровые технологии позволили значительно продвинуть методы реставрации, но до сих пор процесс восстановления остаётся очень деликатным и длительным, основанным в основном на профессиональном опыте персонала. Рынок реставрационных услуг требует автоматических решений, но разнообразие возможных объектов обуславливает сложность применения любой автоматизации. Начав с этих соображений, мы приняли за основу поведение самого надёжного и автоматического «устройства»: зрительной системы человека (ЗСЧ).

Другая критическая точка: в большинстве случаев доступна информация, способная помочь в восстановлении фильма, и приходится иметь дело с проблемами, связанными с балансом чувствительностей новой плёнки и согласованием цветовой гаммы.

Для преодоления этой проблемы предложен альтернативный подход, основанный на идее сохранения восприятия, а не точных колориметрических значений. Другой причиной такого выбора является то, что в большинстве случаев имеющиеся копии являются более или менее деградировавшими, и нет способа получить исходные колориметрические значения. В таком случае было бы крайне полезно историческое исследование, но обычно, поскольку оно основано на картинах или известных опорных объектах внутри кадра, может быть реконструирована только часть цветов кадра, принадлежащая известным объектам или деталям.

Таким образом, предложена техника цифрового восстановления цвета выцветших фильмов, основанная на физиологическом подходе, а именно на таких механизмах ЗСЧ, как постоянство светлоты и постоянство цвета. Постоянство светлоты позволяет восприятию быть устойчивым к изменениям средней интенсивности освещения, а постоянство цвета позволяет восприятию быть устойчивым к изменениям цвета источника освещения. Для нашей зрительной системы и её механизмов целесообразности восстановление восприятия оригинала важнее, чем его точность, т.е. его точная колориметрическая репродукция.

Восстановление фильма после выцветания и/или обесцвечивания можно рассматривать как вопрос подавления хроматического шума, аналогичный механизм цветового постоянства ЗСЧ [2]. Поэтому мы выбрали алгоритм пространственного цветового синтеза, называемый Автоматическое Цветовое Выравнивание (ACE – Automatic Colour Equalization) [3, 4]. Он выполняет автоматическую коррекцию цветового баланса, светлоты и динамического диапазона изображения без какой-либо предварительной информации об изображении или его содержании. Автоматическую коррекцию, осуществляемую ACE, можно рассматривать как «перцепционную». Этот термин подразумевает не выделение стадии восприятия среди различных уровней зрительной системы [2], а тот факт, что, как и в ЗСЧ, информационное содержимое каждого кадра регулируется по контрасту,

максимизируется его динамический диапазон, при этом любой возможный цветовой разброс существенно снижается.

При реставрации фильмов это не всегда правильное решение, например, в случаях особого цветового решения, выбранного режиссёром (т.е. низкий или высокий ключ, художественное искажение цвета и т.д.) или в кадрах с затемнениями. Поэтому к ACE добавлено очень небольшое число параметров, которые будут кратко изложены ниже.

Технология восстановления

Мы бы хотели предложить использование ACE в качестве, главным образом, предварительной обработки, части автоматизированной технологии, способной значительно сократить участие человека в достижении окончательного результата. Хорошая настройка параметров делает результат ACE очень близким к оптимальному, но, поскольку настройка параметров сильно зависит от содержания изображения, была разработана полуавтоматическая процедура.

Ниже приведена последовательность операций. Процесс реставрации можно разделить на следующие шаги:

- Регистрация планов (автоматически);
- Выделение ключевых кадров (автоматически);
- Неоднородное увеличение насыщенности (автоматически или полуавтоматически, в зависимости от выбранного метода);
- Выделение параметров ACE (пока вручную, но возможны полуавтоматические методы);
- ACE последовательностей кадров (автоматически);
- Оценка ACE и, при необходимости, настройка параметров (пока вручную, но возможны полуавтоматические методы);
- Восстановление последовательности кадров всего фильма (автоматически);
- Окончательная визуальная оценка.

Обнаружение планов

Видеоряд сегментируется на планы (последовательности кадров, снятых в короткий промежуток времени), путём выявления резких изменений и затемнений между ними, поскольку это наиболее часто встречающиеся монтажные эффекты.

Резкие изменения проходят проверку пороговым алгоритмом, объединённым с измерением разницы кадров, рассчитываемой по гистограммам и характеру разрывов [5]. Для обнаружения затемнений используется модифицированная версия алгоритма, предложенного Фернандо и др. [6]. Результаты, получаемые этими алгоритмами, оцениваются затем модулем принятия решений, который даёт окончательный ответ. Он справляется с конфликтными результатами или с неинформативными группами кадров, такими как участки между концом одного затемнения и началом следующего, путём увеличения тщательности анализа на данной фазе [5].

Выделение ключевых кадров

Чтобы применить стандартную процедуру настройки, необходимо выделить набор изображений, отражающих видео контент в быстрой и компактной форме (ключевые кадры). После выделения ключевых кадров эти изображения используются для настройки параметров ACE. По умолчанию ключевые кадры используются для установления параметров метода цветовой коррекции, которые затем применяются ко всему плану. Благодаря надёжности метода цветовой коррекции, параметры, выбранные для ключевых кадров, обычно успешно используются для всех кадров этого плана.

У нас нет предпочтений в выборе того или иного метода выделения ключевых кадров. Для представленных в данной статье тестов ключевые кадры выбирались вручную. Однако могут быть использованы другие методы. Вообще, эти методы предполагают, что видео уже сегментировано каким-либо алгоритмом разбиения на планы, и в каждом выделенном плане выделяются ключевые кадры. В случае особых требований можно использовать более одного ключевого кадра на план.

Неоднородное увеличение насыщенности

В случае очень сильного выцветания в восстановлении исходного цветового контента может помочь фаза предварительной фильтрации.

Идея состоит в повышении цветовой насыщенности. Обычные техники равномерно повышают насыщенность всего изображения. Обычно они работают в цветовом пространстве с выделенным каналом насыщенности, таком как HSV или $L^*C^*h^*$. Повышение насыщенности реализуется обычно умножением канала насыщенности на коэффициент. Это простые методы. Они используют только один коэффициент и входят в состав большинства программ обработки изображений. Однако они не годятся для выцветших изображений. Для неповреждённых изображений небольшого коэффициента достаточно, чтобы достичь ожидаемого усиления, но для выцветших изображений коэффициент должен быть намного больше. Использование больших коэффициентов может привести к перенасыщенным изображениям с возросшим цветовым разбросом, который в результате будет ещё сложнее восстанавливать.

Чтобы избежать цветового дисбаланса, нужно использовать метод, способный восстановить и усилить насыщенность «реальных» цветов изображения. Выбранная здесь техника усиления цвета [7] основана на анализе главных компонент (principal component analysis PCA) изображения в пространстве CIE Lab, в котором облако цветов изображения шкалируется множителем, соответствующим главным осям. Поскольку эти оси задают направления, в которых облако цветов растягивается сильнее, крайние зоны вдоль осей дают более насыщенные цвета, чем остальное изображение, т.к. эти зоны удале-

ны от середины (расположенной в исходной точке главных осей). В приложении к выцветшим изображениям эти зоны соответствуют областям, в которых насыщенный цвет заменяет выцветший. Таким образом, шкалирование выявляет цвета этих зон.

Преимуществом использования независимого цветового пространства является то, что представление данных зависит от внутренних характеристик изображения (среднего, цветового тона и т.д.) Одна из главных осей представляет яркость, а две другие – цветность. Увеличение насыщенности осуществляется растягиванием эллипсоида, окружающего точки, соответствующие главным осям. Множители для каждого канала могут отличаться, чтобы выделить одну из осей. Более того, выделение оси яркости L^* позволяет повысить контраст, сниженный обычно у выцветших изображений.

Хотя эта техника может быть использована для разных типов изображений, она намного эффективнее других методов именно для выцветших изображений.

Этот метод [7] учитывает характеристики изображения. Таким образом, он избегает избыточной насыщенности, поскольку усиливает цвета селективно, в соответствии с распределением цветов изображения.

АСЕ

Выцветшие фильмы обычно тусклые, малонасыщенные, имеют цветовое смещение. Это обусловлено обесцвечиванием одного или двух хроматических слоёв плёнки. АСЕ используется чтобы убрать цветовое смещение, сбалансировать цвета и скорректировать контраст каждого кадра фильма.

АСЕ это алгоритм автономного улучшения цифровых изображений [3, 4]. Он пересчитывает каждый пиксель в соответствии с контентом изображения и его пространственным распределением. Разработанное на основе некоторых механизмов настройки ЗСЧ, АСЕ способно усиливать изображение и эффективно выделять из окружения визуальную информацию. АСЕ работает в соответствии со схемой на рис. 1. Первый этап: хроматическая пространственная адаптация (ответственная за цветовую коррекцию); второй этап: тоновое шкалирование с целью максимизировать выходной диапазон и обеспечить точное распределение тонов. Для работы алгоритма не требуется ни человеческого участия, ни статистики, ни подготовки данных.



Рис. 1. Базовая схема АСЕ

На рисунке 1: **I** – это входное изображение, **R** – промежуточный результат, **O** – выходное изображение; индекс **c** обозначает RGB хроматический канал.

На первом этапе (хроматической пространственной настройки) создаётся выходное изображение **R**, каждый пиксель которого пересчитан в соответствии с контентом, аппроксимируя его визуальное восприятие. Каждый пиксель **p** выходного изображения **R** рассчитывается отдельно для каждого хроматического канала **c**, как показывает выражение 1.

$$R(p) = \frac{\sum_{j \in M, j \neq p} \frac{r(l(p) - l(j))}{d(p, j)}}{\sum_{j \in M, j \neq p} \frac{1}{d(p, j)}} \quad (1)$$

На рисунке 2 показана функция $r(\cdot)$.

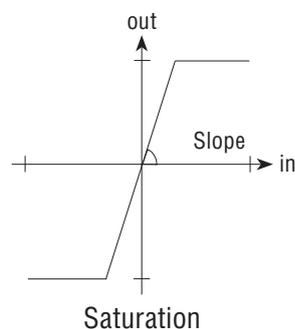


Рис. 2. Функция $r(\cdot)$

На втором этапе промежуточный массив пикселей **R** приводится к доступному динамическому диапазону выходного изображения **O**. Более детальное описание алгоритма можно найти у Rizzi и др. [3, 4]. Принципиальной особенностью АСЕ является местная цветовая коррекция, управляемая данными изображения. Она осуществляет растяжение динамического диапазона; процедура работает самостоятельно и практически не требует человеческого участия. Эти свойства делают её пригодной для реставрации фильмов, хотя обычно нет опорного цвета, с которым можно было бы сравнить результаты фильтрации, и приятность и естественность окончательного изображения оценивается субъективно.

АСЕ используется для реставрации фильмов не напрямую; некоторые аспекты были модифицированы или добавлены для удовлетворения специфических технических потребностей.

АСЕ для фильмов: Инструменты

Ниже дано краткое описание предлагаемого инструментария. Главный интерфейс программы приведён на рисунке 3. Параметры настройки видны в нижней части, а справа выводятся оригинальный и отфильтрованный кадры. Рисунок 4 показывает настройки более подробно.

Параметры настройки выбираются для каждого кадра или группы кадров и запоминаются для последующей автоматической пакетной обработки.

Для быстрого предварительного просмотра можно обработать кадр в низком разрешении, чтобы мгновенно оценить влияние параметра. Если результат удовлетворительный, он автоматически применяется к кадру в полном разрешении. В зависимости от имеющегося времени и желаемого качества может быть использован оригинальный вычислительно трудоём-

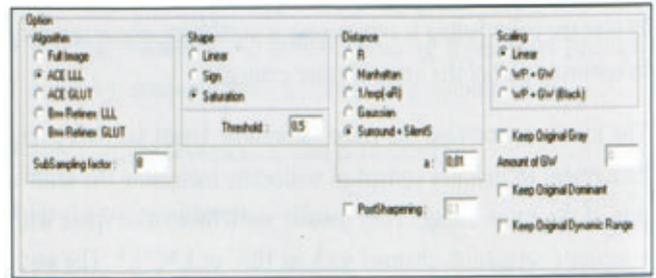


Рис. 4. Установка параметров ACE

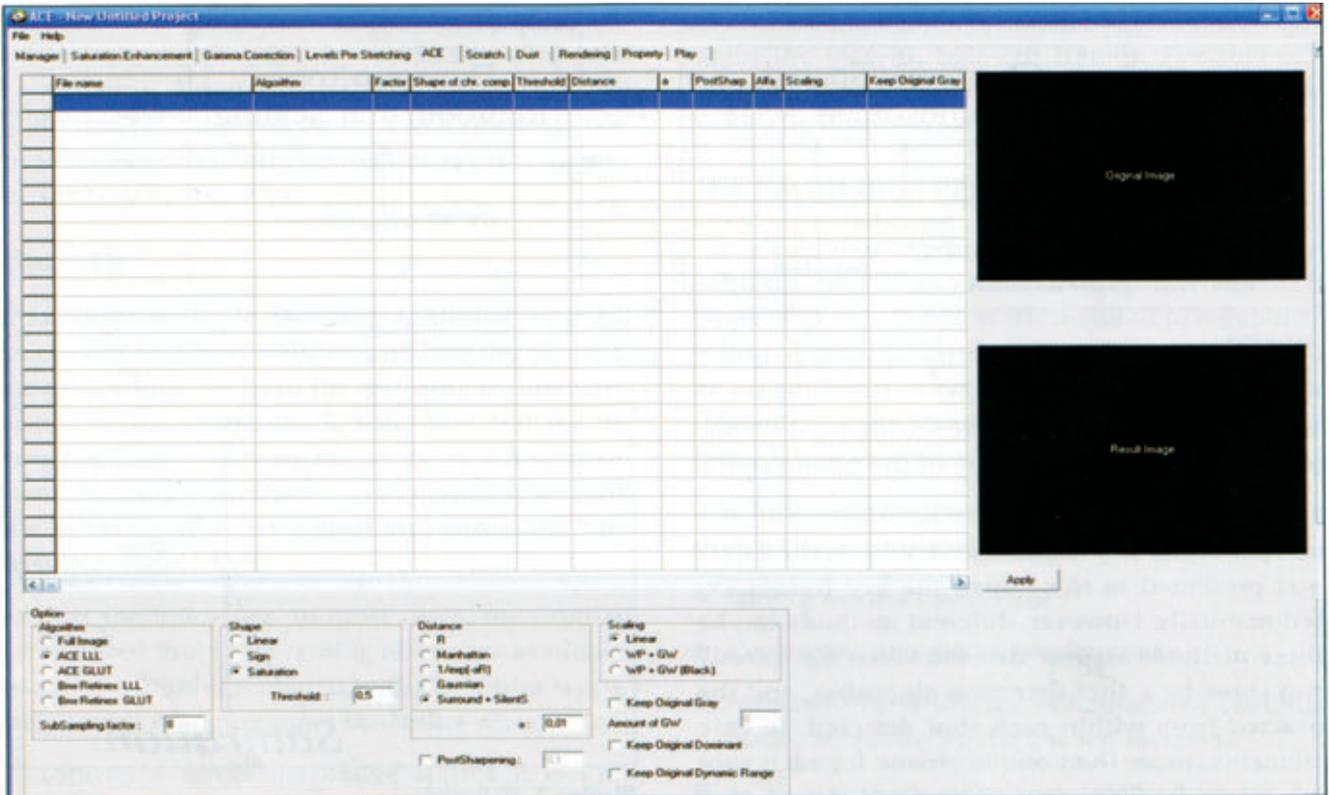


Рис. 3. Основной интерфейс ACE

кий алгоритм ACELLL [8] или его ускоренная версия ACEGLUT [9].

Параметры

Небольшое количество параметров алгоритма ACE должно быть правильно настроено, чтобы обеспечить естественность изображения, и они изменяются для каждой конкретной ситуации.

Определение правильных параметров, способных восстановить ключевой кадр и относящуюся к нему последовательность, является деликатной задачей, связанной с исторической и культурной основой каждого фильма. Этот выбор делается обычно экспертом-реставратором на основании его представлений о восстанавливаемом материале.

Приведённые в статье тесты имеют целью показать возможности метода, а не примеры правильного восстановления.

Однако смысл анализа параметров состоит в том, чтобы разработать метод, предлагающий параметры предварительной установки с приемлемыми для большинства случаев результатами. Правильная предварительная установка минимизирует количество последующих итераций и облегчает работу эксперта-реставратора.

Были проведены эксперименты с несколькими фильмами разных эпох, с разным выцветанием и цветовым разбросом. Здесь представлено только несколько показательных примеров.

Настройка контраста

Первым основным параметром является форма нелинейной функции $r(\cdot)$, которая управляет контрастом и оказывает влияние на общее выравнивание. Диапазон функции $r(\cdot)$ приведён на рисунке 5.

Линейную и ступенчатую функции можно рассматривать как крайние случаи функции насыщенности с постоянным и бесконечным наклоном, соответственно. Наклон функции $r(\cdot)$ работает как настройка контраста. Чем

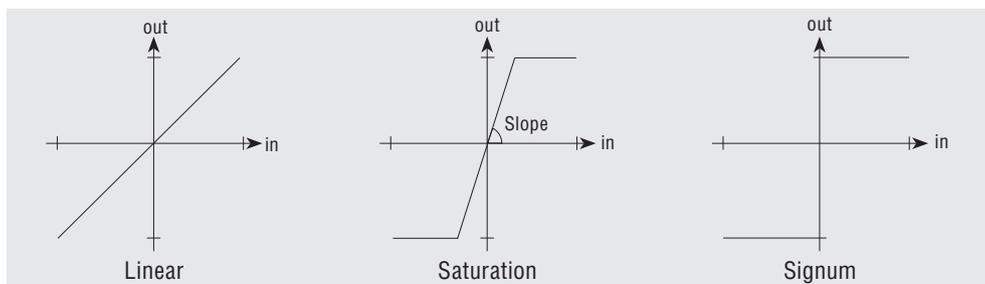


Рис. 5. Диапазон функции $r(\cdot)$

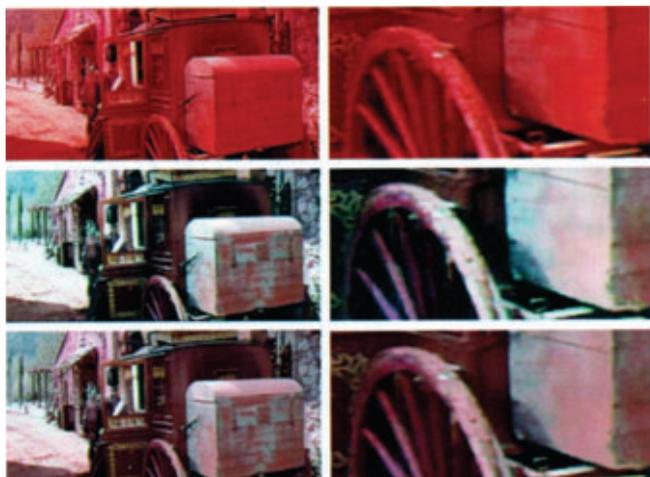


Рис. 6. Пример восстановления ACE при различном наклоне с деталями (справа): оригинал (сверху); фильтрация при наклоне функции $r(\cdot)$, равном 5 (в центре); фильтрация при наклоне функции $r(\cdot)$, равном 5/4 (снизу)

больше наклон, тем больше контраст. Это можно видеть на рисунке 6.

Анализ примера на рисунке 6 показывает, что для большего наклона (а именно, равного 5) восстановленное изображение имеет больший контраст и большую цветовую динамику.

Для количественной оценки влияния параметра наклона на результат восстановления мы использовали две следующие меры: пологость гистограммы, которая представляет расстояние $L1$ между гистограммой изображения и плоской гистограммой такого же размера, и

меру локального контраста [10].

Влияние изменения наклона $r(\cdot)$ на две эти меры видно на рисунке 7. Эти два графика остаются похожими даже при изменении контента изображения. Лучший диапазон значений наклона – от 5 до

бесконечности (ступенчатая функция), даже при том, что ступенчатая функция вносит некоторое количество высокочастотного шума. В этом диапазоне ACE обеспечивает удовлетворительную фильтрацию в большинстве случаев.

Настройка расстояния

Другим анализируемым параметром является коэффициент α функции расстояния $d(\cdot)$; он используется в модели как весовой коэффициент локальности эффекта фильтрации. Он определяет вес вклада удалённых пикселей и управляет окончательной яркостью восстановления (равенство 2).

$$d(\cdot) = \frac{e^{-\alpha x} + e^{-\alpha x^2}}{2} \quad (2)$$

Функция $d(\cdot)$ получена из некоторых биологических оснований [11]; она является средним между экспоненциальным и гауссовым распределениями, её форма при изменении α иллюстрируется рисунком 8. Она даёт лучшие результаты, чем Евклидово распределение, особенно в терминах насыщенности.

Можно заметить, что α влияет на общую насыщенность.

На рисунке 9 показаны примеры фильтрации с разными значениями α : 0.01 (в центре) и 0.03 (внизу).

Количественное изменение насыщенности в зависимости от α показано на рисунке 10 для низких (слева) и высоких (справа) значений α . После предварительного анализа мы обнаружили, что меньшая общая насыщенность получается при больших значениях α . Можно, од-

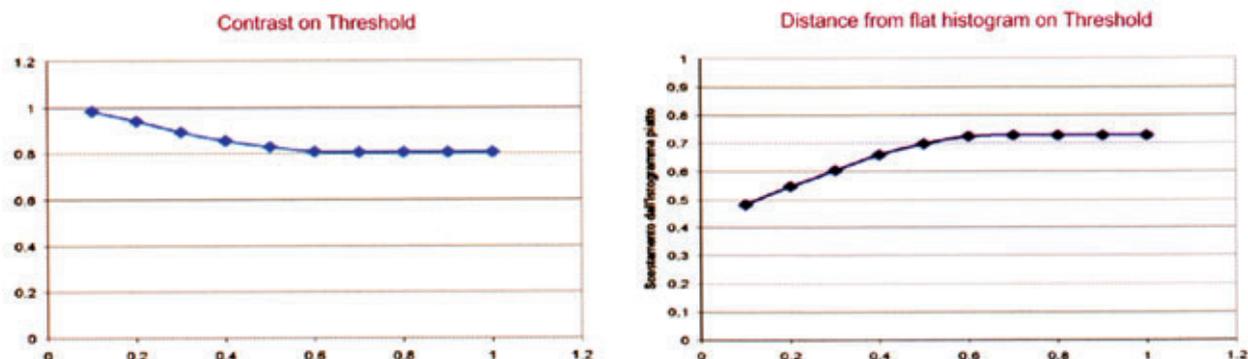


Рис. 7. График выравнивания и контраста при изменении наклона $r(\cdot)$

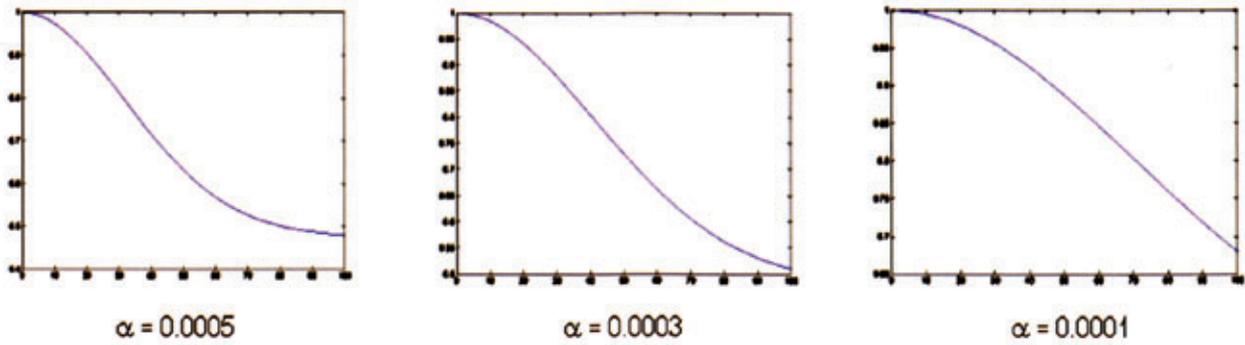


Рис. 8. Примеры формы $d(\cdot)$ при различных α

нако, заметить, что в области очень высоких значений α насыщенность остаётся постоянной, так же как в области очень низких значений. Тогда поскольку лучшие результаты получаются при очень низких значениях, α может быть предустановлено в этом диапазоне.

Дополнительные параметры для реставрации фильмов

Для работы с некоторыми типичными реставрационными ситуациями мы добавили ряд специальных параметров. Это не параметры самой модели ACE; они управляют базовыми функциями ACE, как описано в следующих параграфах.

Поддержание исходного серого (KOG – Keep Original Gray): Эта функция разработана для реализации механизма «Серого Мира» (SM) на второй стадии [3]. Вместо приведения хроматических каналов к среднесерому центру, KOG сохраняет исходные средние значения (независимо в каналах R, G и B). Это приводит к тому, что канальные гистограммы больше походят по форме на исходные. Реализация механизма SM на второй стадии не влияет на свойства хроматической коррекции ACE, достигнутые на первой стадии. Это предотвращает избыточную модификацию изображений с высоким или низким ключом. KOG важно также для сохранения последовательностей с затемнениями.

Поддержание исходного цветового тона (KOC – Keep Original Color Cast): В некоторых случаях для создания желаемого художественного эффекта режиссёры используют неестественные цвета (например, Nosferatu, 1922, режиссёра E W Murnau, в котором многие сцены с графом Орлоком сняты днём, и при чёрно-белом просмотре это явно видно. Проблема была скорректирована в «официальной» версии фильма окрашиванием этих кадров в голубой цвет, чтобы показать эффект ночи – база данных кинофильмов <http://www.imdb.com/title/tt0013442/>). Даже при том, что первая стадия ACE убирает цветовую доминанту, оценка цветового сдвига делается до того, чтобы восстановить его на второй стадии.

Сохранение исходного динамического диапазона (KODR – Keep Original Dynamic Range): Иногда режиссёры используют ограниченный динамический диапазон для



Рис. 9. Пример восстановления ACE при различных α с деталями (справа): оригинал (сверху); фильтрация при $\alpha=0.01$ (в центре); фильтрация при $\alpha=0.03$ (снизу)

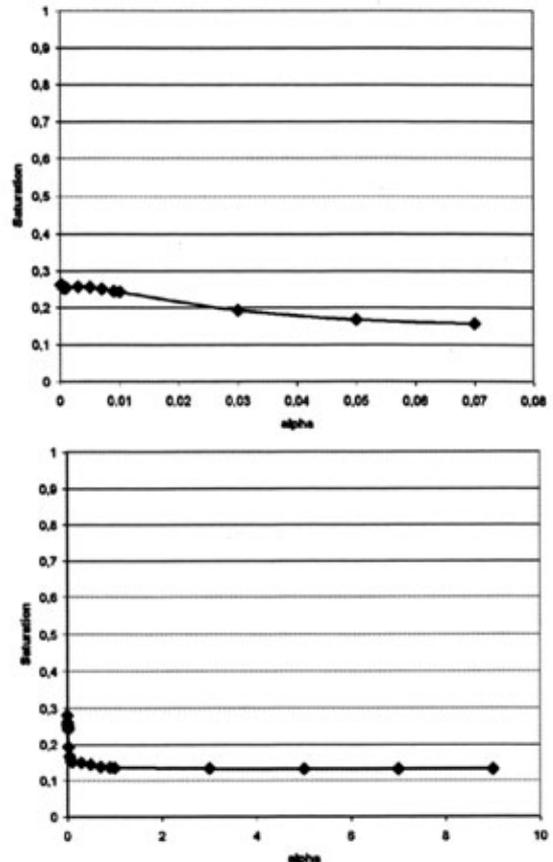


Рис. 10. Графики насыщенности для низких (слева) и высоких (справа) значений α

достижения специфических визуальных эффектов. В этих случаях использование KODR позволяет сохранить исходное намерение режиссёра. Эта функция может также быть применена для работы с существенно повреждёнными кадрами.

Результаты

Ниже представлены некоторые результаты с комментариями по использованию параметров ACE.

Устранение цветового смещения

На рисунке 11(a) показан кадр из *Racconto della Stura* [11] с пурпурным смещением цвета. На рисунке 11(b) показана способность ACE устранить этот цветовой сдвиг без какой-либо предварительной информации. Как видно из этого примера, иногда ACE вносит чрезмерную коррекцию, приводя к небольшому противоположному цветовому сдвигу, который обычно легче скорректировать, чем начальный.

Управление контрастом

На рисунке 12 приведены документальные кадры из *La Ciudad en la Playa*, Ferruccio Musitelli [13], созданные Министерством туризма Уругвая в 1960-х. На них показано влияние параметра наклона (SLOPE) на ACE. Рисунок



Рис. 11. Удаление цветового смещения с помощью ACE: (a) исходный кадр; (b) кадр после фильтрации с SLOPE=2



Рис. 12. Эффект фильтрации ACE: (a) кадр оригинала из *La Ciudad en la Playa*; (b) фильтрация с SLOPE=2; (c) фильтрация с SLOPE=2.5; (d) фильтрация с SLOPE=5

12a показывает исходный кадр с небольшим цветовым оттенком и сниженным динамическим диапазоном. На рисунках 12(b-d) показаны результаты ACE при различных значениях SLOPE (2, 2.5, 5). Видно увеличение контраста с ростом наклона.

Сохранение выбранных свойств входного изображения

На рисунке 13 (*Nosferatu* by EW. Murnau, 1922) показано поведение параметра KOC. Алгоритм выравшивает контраст и среднюю светлоту, сохраняя цветовой тон, и, таким образом, сохраняя эффект «ночи», задуманный автором.

На рисунке 14 показано поведение параметров KOG и KODR. На рисунке 14b показана фильтрация без этих функций. KOG (рисунок 14c) поддерживает постоянство средней светлоты, тогда как KODR (рисунок 14d) поддерживает динамический диапазон независимо для цветных каналов и, таким образом, сохраняет красноватый цветовой тон.

Рисунок 15 демонстрирует применение ACE для восстановления исходного динамического диапазона чёрно-белого фильма. Пример из *Tom Tigh et Dum Dum*, Georges M. Lues (1903), представлен вместе с соответствующими гистограммами.



Рис. 13. Поведение функции KOC: (a) кадр оригинала из *Nosferatu*; (b) кадр после фильтрации с SLOPE=10 и KOC

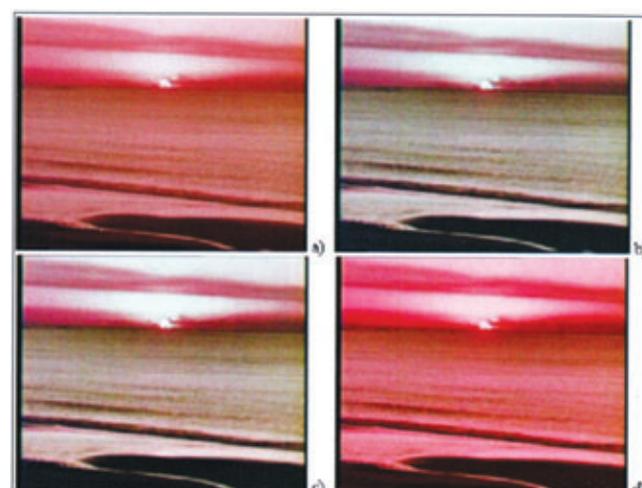


Рис. 14. Поведение функций KOG и KODR: (a) кадр оригинала из *La Ciudad en la Playa*; (b) кадр после фильтрации с SLOPE=3.3; (c) кадр после фильтрации с SLOPE=3.3 и KOG; (d) кадр после фильтрации с SLOPE=3.3 и KODR

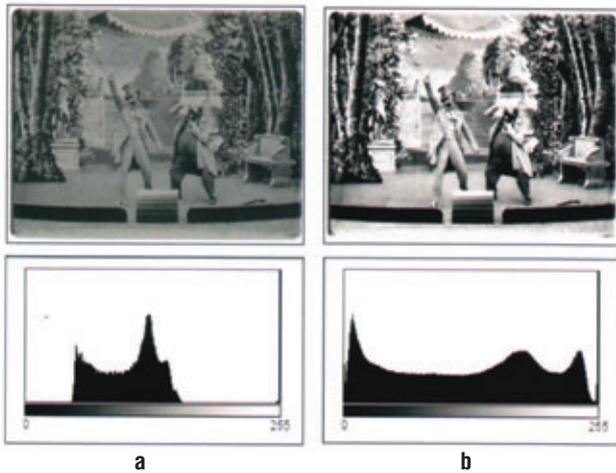


Рис. 15. Применение ACE к чёрно-белому фильму: (а) кадр оригинала из Tom Tigh et Dum Dum; (б) кадр после фильтрации с SLOPE=20

Поскольку для всего плана используются одни и те же параметры ACE, никакой серьёзной межкадровой несогласованности появляться не должно. Однако, т.к. фильтрация ACE основана на контенте изображения, в планах, содержащих значительные вариации между кадрами, согласованность может снижаться. В рассматривавшихся до сих пор тестах это бывало крайне редко, но в случае возникновения проблема может быть решена простой межкадровой интерполяцией или альтернативными методами.

Реставрация выполнялась с использованием двух стандартных персональных компьютеров со следующими характеристиками: AMD Athlon XP 1500+, 1024 mega-byte DDR RAM, Intel Centrino 1.7 GHz, 1024 megabyte DDR2 RAM.

Заключение

Данная статья представляет технологию цифрового восстановления цвета и динамического диапазона выцветших фильмов, основанную на перцепционном подходе. Он использует автоматический алгоритм цветового выравнивания, подсказанный зрительной системой человека. Для обеспечения потребностей цифровой реставрации были добавлены новые функции. Эта техника может быть использована как самостоятельная технология восстановления или как подготовительная процедура цветового восстановления до или после применения других средств. В некоторых случаях результат может не полностью удовлетворять специалистов по реставрации, но трудозатраты, необходимые для достижения окончательного результата, будут значительно снижены этой автоматической обработкой. Трудно количественно оценить это снижение, поскольку оно сильно зависит от состояния и содержания фильма. Однако выполненные до сих пор реставрации потребовали большого количества автоматической обработки и относительно небольшого времени на коррекцию результатов окончательной фильтрации ACE. Окончательная оценка результата должна производиться специалистом по реставрации; однако сейчас изучаются автоматические методы поддержки и ускорения этой оценки.

Выражение признательности

Авторы благодарят Ferruccio Musitelli, Sergio Tof-fetti, Ivar Farup, Carlo Gatta, и Silvia Zuffi за полезное обсуждение и значительную поддержку. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. James M. Reilly, Storage Guide for Color Photographic Materials, The University of the State of New York, New York State Education Department, New York State Library, The New York State Program for the Conservation and Preservation of Library Research Materials: Albany, NY, 1998.
2. A. Rizzi and J. J. McCann, "On the Behavior of Spatial Models of Color," Proc. IS&T/SPIE Electronic Imaging 2007, San Jose, CA, 28 Jan. I - Feb. 2007.
3. A. Rizzi, C. Gatta, and D. Marini, "A New Algorithm for Unsupervised Global and Local Color Correction," Pan. Recog. Lett, 24(11)-Л 663-1677, Jul. 2003.
4. A. Rizzi, C. Gatta, and D. Marini, "From Retinex to Automatic Color Equalization: Issues in Developing a New Algorithm for Unsupervised Color Equalization," Electron. Imag., /3(7):75-84, Jan. 2004.
5. A. Rizzi, C. Gatta, C. Slanzi, G. Ciocca, and R. Schettini, "Unsupervised Color Film Restoration Using Adaptive Color Equalization, Lecf. Notes Comp. Sci., 3736:V2, Dec. 2006.
6. A. C Fernando, C N. Canaharajah, and D. R. Bull, "Fade-In and Fade-Out Detection in Video Sequences Using Histograms," Proc. ISCAS 2000-IEEE International Symposium on Circuits and System, IV:709-712, Geneva, Switzerland, May 28-31, 2000.
7. M. Chambah, B. Besserer, and P. Courtellemont, "Recent Progress in Automatic Digital Restoration of Color Motion Pictures," Proc. SPIE/IS&T Electronic Imaging, San Jose, CA, 2002.
8. C. Gatta, A. Rizzi, and D. Marini, "Local Linear LUT Method for Spatial Color Correction Algorithm Speed-up," IEE Proc. Vision, Image & Signal Proc, 153(3):357-363, Jun, 2006.
9. A. Artusi, C. Gatta, D. Marini, W. Purgathofer, and A. Rizzi, "Speed-up Technique for a Local Automatic Color Equalization Model," Comp. Graph. For, 25(1):5-14, Mar. 2006.
10. A. Rizzi, T. Algeri, G. Medeghini, and D. Marini, "A Proposal for Contrast Measure in Digital Images," CGIV04, IS&T Second European Conference on Color in Graphics, Imaging and Vision, Aachen, Germany, April 5-8, 2004.
11. O. Creutzfeldt, B. Lange-Malecki, and E. Dreyer, "Chromatic Induction and Brightness Contrast: A Relativistic Color Model," Opt. Soc. A, 7(9):1644-1653, Sept. 1990.
12. Ermanno Olmi, dir. //racconto dellaStura (1955), <http://www.imdb.com/title/tt0197796/>.
13. C Slanzi and A. Rizzi, "Restauro digitale del colore nelle pellicole cine-matografiche: il caso de'La ciudad en la playa" Prima Conferenza nazio-nale del Gruppo del Colore (SIOF), Pescara, Italy, Oct. 20-21, 2005.

От переводчика. Данная статья содержит не слишком много материала для непосредственного использования. Принципиальные моменты скомканы и объяснены крайне невнятно, очевидные вещи и достоинства повторяются слишком часто. Однако статья интересна на наш взгляд общим концептуальным подходом к вопросу цифрового восстановления выцветших красителей и списком литературы, в котором заинтересованный читатель сможет найти более подробную информацию.



ШИРОКОФОРМАТНЫЕ СИТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

Н.А. Майоров,
режиссёр-оператор,
киновед,
член Международной
Федерации
журналистов

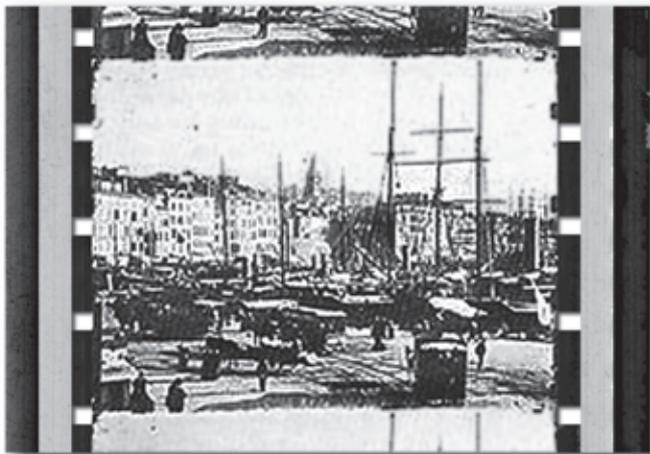


■ Системы широкоэкранный кинематографа, где для съёмки и демонстрации фильмов используются киноплёнки шире стандартной 35 мм, классифицируются как широкоформатные системы.

Ещё в конце XIX века, в первые годы существования кинематографа, различными фирмами и изобретателями предлагались киноплёнки более широкие, чем у Эдисона и Люмьера. Макс Складановский (Max Skladanowsky) в своём «Биоскопе» (Bioskop) использовал киноплёнку шириной 54 мм.

В 1896 году компания «Американ Мутоскопе и Биограф» (American Mutoscope and Biograph Co.) начала снимать свои фильмы на киноплёнке шириной 62 мм. По некоторым данным, в этом формате было снято около тысячи фильмов.

Леон Гомон (Leon Gaumont) и Жорж Демени (Georges Demeny) в 1900 году на Всемирной выставке в Париже демонстрировали экспериментальный фильм на 60 мм киноплёнке по системе «Хронофотограф» (Chronophotographie). На этой выставке была продемонстрирована



Кадр на 60 мм плёнке по системе «Chronophotographie»

система кругорамного кинематографа «Cineorama» (Синеорама), использовавшая широкую 70 мм киноплёнку с размером кадра 57х62 мм, разработанная Раулем Гримуаном Сансоном (Raoul Grimoin-Sanson) в 1900 году. (см. Кругорамный кинематограф). Там же, в «Галерее машин», братья Люмьер демонстрировали свои фильмы, снятые на 75 мм плёнке с размером кадра 63х50 мм.

Eidoloscope® (Эйдолоскоп)

Американец Вудвилл Латам (Woodville Latham) запатентовал в 1895 году широкоформатную систему на киноплёнке шириной 50,8 мм с размером кадра 38,2х19 мм и шагом кадра в 19 мм. Соотношение сторон кадра равнялось 2:1.

В этом же году «Eastman Company» освоила выпуск 50,8 мм широкоформатной негативной и позитивной киноплёнки для съёмки фильмов по системе «Eidoloscope». Первый фильм был снят 4 мая 1895 года на крыше Мэдисон Сквер Гарден в Нью-Йорке (Madison Square Garden in New York) во время соревнований по боксу. 20 мая на 153 улице Бродвея (Broadway) в Нью-Йорке прошла премьера **первого в мире широкоформатного фильма «YOUNG GRIFFO VS. BATTLING CHARLES BARNETT» (Юнг Грайффо против борющегося Чарльза Барнетта).**

Брат разработчика системы – Отвей Латам (Otway Latham) стал режиссёром первых широкоформатных фильмов: «Niagara Falls» (Ниагарский водопад), «The Waves» (Волны), «The Sidewalks of New York» (Тротуары Нью-Йорка), «Sheepshead Bay Horse Race» и других.

Panoramico® (Панарамико)

Итальянец Филотео Альберини (Filoteo Alberini) в 1911-1914 годах разработал 70 мм систему с форматом кадра 58х23 мм и шагом в 5 перфораций (23,75 мм). При проекции на экран такой кадр давал соотношение сторон, равное 2.52:1.

Впервые система была применена для съёмки эпизода к итальянскому фильму «Il Sacco di Roma» (Мешок Рима) в 1923 году.

Grandeur® (Грандер)

Кинокомпания «Fox Film Corporation» в 1928 году начала разрабатывать широкоформатную систему с использованием для съёмки и печати 70 мм киноплёнки с размером кадра 46,8x23,2 мм. Шаг кадра равнялся 23,2 мм или 4 прямоугольным перфорациям, которые отличались от стандартных увеличенными размерами – 3,3x2,03 мм. На позитивной копии располагалась одна оптическая фонограмма «Western Electric Movietone sound-on-film sound system» шириной 6,1 мм. Изображение на экране имело соотношение сторон 2:1.

Первые результаты работы были продемонстрированы в короткометражном документальном звуковом киножурнале «Fox Grandeur News», снятом по системе «Grandeur» на киностудии «Fox Film Corporation» в начале 1929 года. Вскоре, 26 мая 1929 года, в Голливуде прошла премьера фильма «FOX MOVIE TONE FOLLIES OF 1929» (Кинозвуковые безумства «Фокса» 1929 года), первого в мире полнометражного широкоформатного звукового фильма-ревю на 70 мм плёнке с цветными эпизодами, снятыми по системе «Мультиколор».

10 февраля 1930 года на экран выходит 100% говорящий и поющий широкоформатный музыкальный фильм «Happy Days» (Счастливые дни). Его демонстрация началась в нью-йоркском кинотеатре «Рокси» (Roxxy Theatre), где в зале, вмещающем 6214 зрителей, был установлен экран размером 12,8x6,1 м.

А осенью 1930 года «Fox Film Corporation» выпустила ещё два полнометражных игровых широкоформатных звуковых фильма. 7 сентября 1930 года зрителям была представлена музыкальная драма «Song O' My Heart» (Песня «О, моё сердце»). 2 октября в голливудском кинотеатре «Grauman s Chinese» началась демонстрация широкоформатного вестерна «The Big Trail» (Большой след), который с 24 октября начал демонстрироваться в нью-йоркском кинотеатре «Рокси» (Roxxy).

Fearless SuperFilm® (Ферлесс Суперфилм)

«Бесстрашная плёнка высшего качества» – так переводится на русский язык название этой системы. Система была разработана Ралфом Г. Фером (Ralph G. Fear) в 1930 году. Негатив и позитив имели одинаковую ширину – 65 мм и размер кадра 50,5x23 мм. Плёнка продвигалась вертикально с шагом в 5 перфораций со скоростью 24 кадра в секунду. Соотношение ширины изображения к его высоте на экране равнялось 2.13:1.

В 1930 году по этой системе параллельно со съёмками в обычном формате был снят широкоформатный вариант кинокомедии «THE BAT WHISPERS» (Шёпоты летучей мыши), выпущенный в прокат кинокомпанией «United Artists Pictures» 6 ноября 1930 года в кинотеатре «Уилшир» (Wilshire Theatre) в Лос-Анджелесе.

Это был единственный фильм, снятый по этой системе в те годы. Через двадцать пять лет Майк Тодд (Mike Todd) и компания «American Optical» использовали камеры «Fearless SuperFilm» для съёмки первого широкоформатного фильма по системе «Todd AO®».

Magnascope® (Магнаскоп)

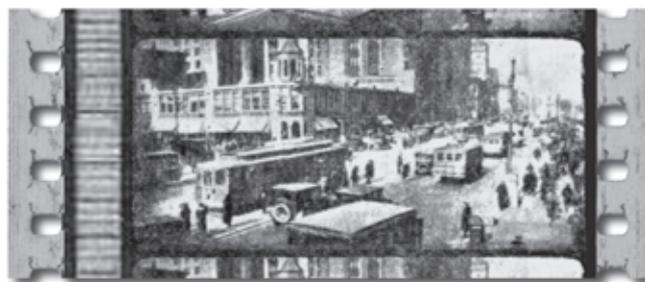
В 1924 году кинокомпания «Paramount» начала разработку широкоэкранный системы с анаморфированным кадром, получившей название «Magnascope». По этой системе в 1926 году был снят полнометражный (112 мин.) игровой фильм «Old Ironsides» (Старая конница Кромвеля). И ещё ряд фильмов. Для демонстрации фильмов по системе «Magnascope» в США было оборудовано несколько кинотеатров.



Кадр на 70 мм киноплёнке по системе «Panoramico®» Филотео Альберини (Filoteo Alberini) 1911 года



65 мм позитив кадра из фильма «The Bat Whispers» (Шёпоты летучей мыши) (1930)

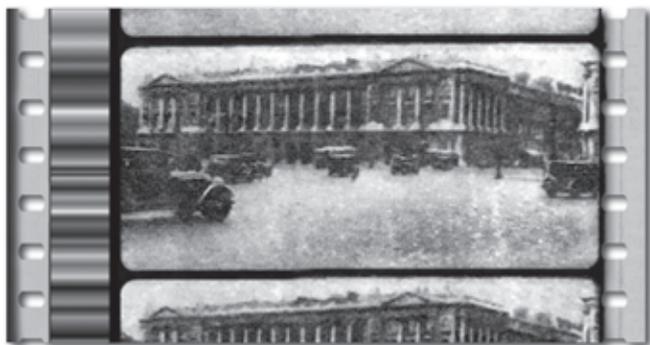


Кадр на 56 мм киноплёнке по системе «Magnascope®»

Создатель системы «Magnascope» Лоренцо дель Риккайо (Lorenzo del Riccio) в 1929 году разработал широкоформатную систему. В этой системе использовалась 56 мм плёнка, продвигавшаяся вертикально с шагом в 4 перфорации со скоростью 24 кадра в секунду. Размер кадра позитива и негатива составлял 41,14x18,79 мм, соотношение ширины к высоте равнялось 2.18:1. В 1929 году по этой системе был снят игровой фильм «You're in the Army Now» (Теперь Вы находитесь в армии). Его премьера прошла 18 июля 1929 года в нью-йоркском кино-театре «Риволи» (Rivoli Theatre).

Magnafilm® (Магнафилм)

Широкоформатная система с применением 65 мм киноплёнки «Magnafilm» была разработана совместно ки-



Кадр на 65 мм киноплёнке по системе «Magnafilm»

нокомпаниями «Paramount» и «Debie» в 1930 году. При шаге в 23,75 мм (5 перфораций) формат кадра составлял 46x23 мм с соотношением сторон на экране 2:1. Размер оптической фонограммы был равен 5,08 мм.

Этот проект можно назвать международным: французская фирма «Debie» разработала и выпускала 65 мм киносъёмочную и кинокопировальную аппаратуру, а немецкая фирма «Zeiss Ikon» наладила выпуск и поставку в США 65 мм кинопроекторной аппаратуры для демонстрации фильмов по системе «Magnafilm».

Realife® (Рилайф)

Система разработана в 1930 году для съёмки на 70 мм негатив с размером кадра 49,7x21,5 мм и шагом в 5 перфораций. Киноплёнка двигалась вертикально с частотой 24 кадра в секунду. Соотношение ширины к высоте на экране равнялось 2.31:1.

В 1930 году на киностудии «Metro-Goldwyn-Mayer» режиссёр Кинг Видор (King Vidor) в содружестве с оператором Гордоном Авилом (Gordon Avil) по этой системе снял звуковой чёрно-белый широкоформатный вестерн «Billy the Kid» (Малыш Билли). 16 октября 1930 года началась его демонстрация в кинотеатре «Парамаунт» (Paramount Theatre) в г. Детройте (Detroit). В 30-е годы XX века по системе «Realife» было снято ещё несколько игровых фильмов.

В середине пятидесятых годов прошлого века компании «Panavision» и «Mitchell Camera Co.» модифицировали кинокамеру «Realife» для съёмки на 65 мм киноплёнку по разработанной ими новой широкоформатной системе «MGM Camera 65®/Ultra Panavision 70®».

Vitascope® (Витаскоп)

Киноккомпания «Warner Bros.» в 1931 году выпустила в прокат два звуковых широкоформатных фильма на 65 мм плёнке по системе «Vitascope» с размером кадра 50,8x28 мм (с соотношением сторон на экране 1.8:1) и шагом в 5 перфораций. Премьера «Kismet» (Кисмет) прошла 30 октября 1930 года в нью-йоркском кинотеатре «Hollywood Theatre». 26 декабря 1930 года на экране кинотеатра «Warner Brothers Hollywood Theatre» в Голливуде началась демонстрация фильма «The Lash» (Удар плетью), который с 30 декабря 1930 года начал также демонстрироваться в Зимнем саду Нью-Йорка (Wintergarden).

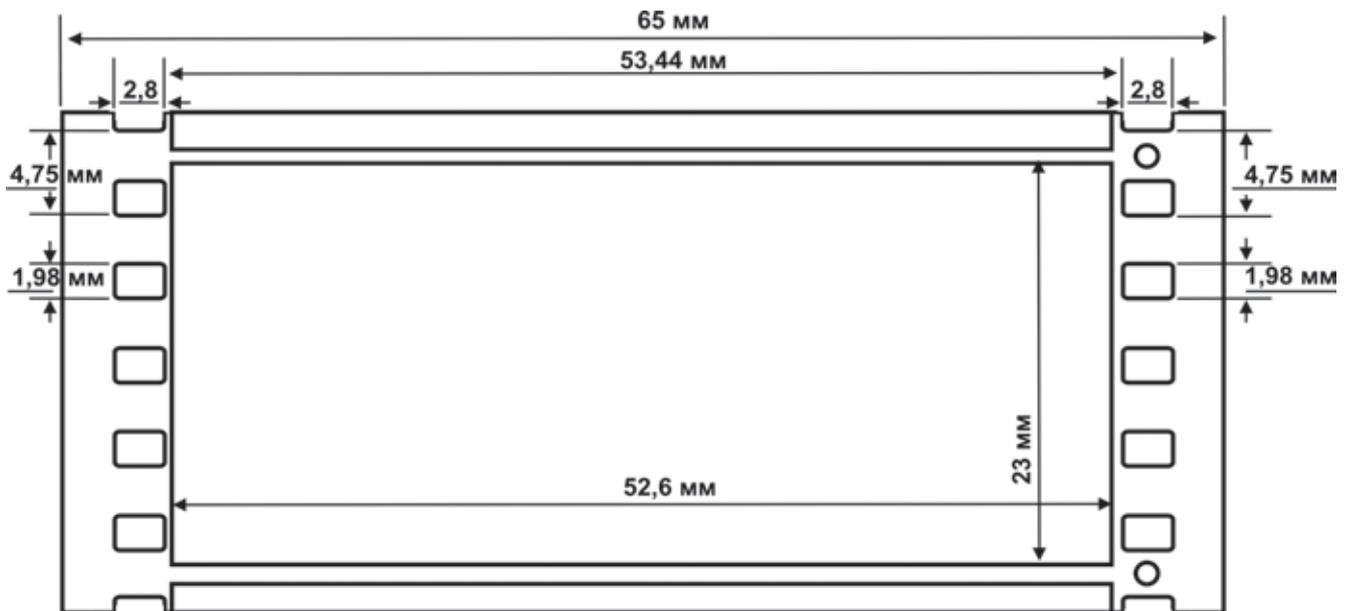
Синхронная фонограмма в этих фильмах не печаталась на позитивной копии, а воспроизводилась с диска по системе «Vitaphone®». (см. Звуковой кинематограф).

Третий фильм, снятый по системе «Vitascope» – «A Soldier's Plaything» (Солдатская игрушка), был выпущен в прокат в обычном формате.

Выше мы упомянули только реализованные проекты, имея в виду, что по предложенным широкоформатным системам снимались фильмы и выпускались в прокат. Но были проекты, которые остались либо на стадии разработки, либо реализованы в качестве экспериментальной съёмки.

Например, известная американская фирма «Bell and Howell» в 1930 году предложила сразу три размера широкоформатной плёнки: 39 мм, 47 мм и 55 мм. Для печати с них позитивных копий, с учётом размещения оптической фонограммы, были разработаны три размера позитивной киноплёнки шириной 46 мм, 52 мм и 61,3 мм с размерами кадра 30,7x18,3 мм, 38x21,8 мм и 46,3x27,8 мм, соответственно. Какой-либо информации о съёмке на этих форматах плёнки пока найти не удалось. Так же, как нет информации о реализации, предложенной кинокомпания «RKO» в 1929 году 63,5 мм киноплёнки с форматом кадра 52,5x28,5 мм и шагом в 5 перфораций.

Аналогичный формат (63,5 мм) под названием «Natural Vision®», разработанный американцами Джоном Берггреном (John Berggren) и Джорджем К. Спуром (George K. Spoor) в 1924 году, был реализован в видовых фильмах «Rollercoaster Ride» (Поездка на американских горках) и «Niagara Falls» (Ниагарский водопад). Известно, что в этой системе размер кадра высотой в 6 перфораций составлял 52,32x28,44 мм. Съёмка производилась со скоростью 20 кадров в секунду. 15 ноября 1930 года в чикагском кинотеатре «State Lake Theatre» на экране размером 14x8,2м состоялся показ широкоформатного фильма «Danger Lights» (Сигнал опасности), снятого кинокомпанией «RKO» по системе «Natural Vision®».



Размеры 65 мм киноплёнки системы «Todd AO®»

А вот о широкоформатной 57 мм системе, которую её создатели Джордж В. Бинэм (George W. Bingham) и Джон Д. Элмс (John D. Elms) назвали «Widevision®», известно только то, что она была разработана в 1926 году.

Начавшись в конце XIX века, поток различных форматов киноплёнки, предлагаемых изобретателями и кинопроизводителями, не иссякал вплоть до начала 30-х годов XX века и был временно остановлен приходом звука в кино, с одной стороны, и великой депрессией в США – с другой.

Todd-AO® (Тодд АО)

Новый этап в создании широкоформатного кинематографа в начале 50-х годов открыл известный бродвейский продюсер Майк Тодд (Mike Todd). После грандиозного успеха системы «Cinerama®» (одним из создателей которой он был), как истинный предприниматель и человек, умеющий не только тратить, но считать деньги, Майк начал искать способ упростить и удешевить процесс производства и демонстрации фильмов для сверхбольших экранов «Cinerama».

Майк Тодд понимал, что по эффекту восприятия альтернативой «Синерамы» может быть только такая система, в которой будет достигнут такой же эффект присутствия, как в «Синераме», но посредством однообъективной съёмки на одну киноплёнку. Ему было понятно, что 35 мм киноплёнка при увеличении на огромный экран ничего хорошего, кроме высокой зернистости и плохой резкости, дать не сможет. Только увеличив ширину плёнки и соответственно площадь кадра, можно будет достигнуть хороших результатов при проекции. В целях экономии средств на разработку аппаратуры решено было взять за основу формат 65 мм. Выбор такой ширины плёнки объяснялся наличием на складах киностудий 65 мм кинокамер, разработанных в 1930 году Ралфом Г.

Фером (Ralph G. Fear) для системы «Fearless SuperFilm®» и 65 мм кинокамер производства компании «Mitchell». В 1952 году Майк Тодд выделил огромную сумму в 100 тысяч долларов на разработку «Американской оптической корпорацией» (American Optical Co.) специального объектива для съёмки на 65 мм киноплёнке панорамного изображения с углом 120° по горизонтали.

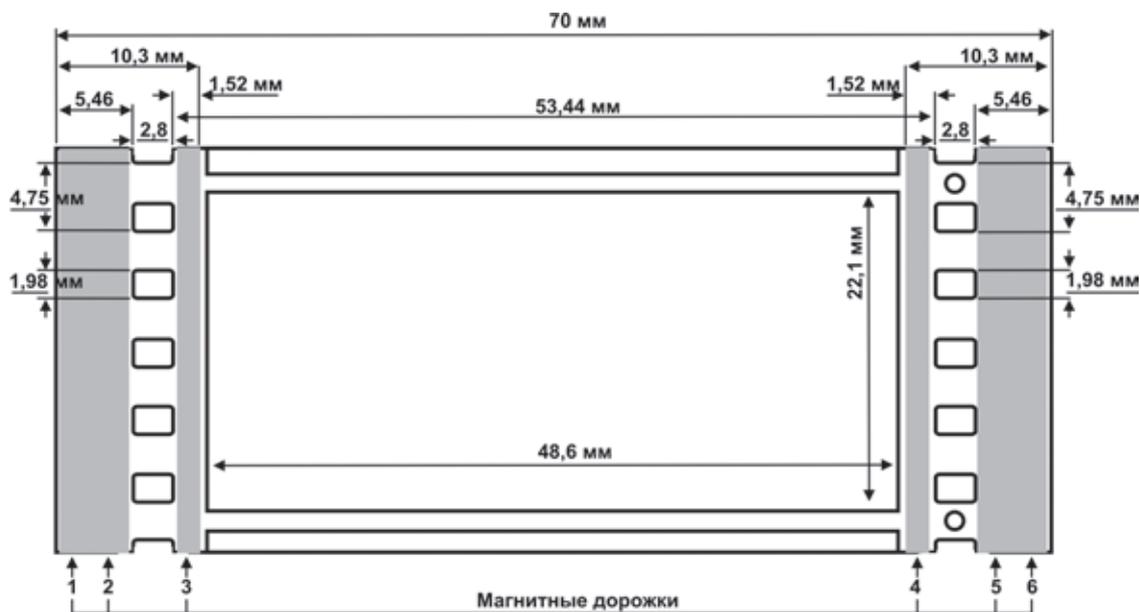
В 1950 году компания «Eastman Kodak Company» начала массовое производство 35 мм цветных многослойных киноплёнок: негативной «Eastman Color Negative Film 5247» и позитивной «Eastman Color Print Film 5381» для нового цветного негативно-позитивного процесса. В 1952 году компания «Kodak» получила премию «Оскар» за разработку этих плёнок.

В начале 50-х годов компанией «Kodak» уже был разработан и выпускался весь необходимый комплект киноплёнок для съёмки и тиражирования цветных фильмов. По заказу Майка Тодда «Eastman Kodak Company» освоила перфорирование и выпуск киноплёнки в новом формате: негативной шириной 65 мм и позитивной – 70 мм.

Таким образом, к началу 1953 года в распоряжении Майка Тодда были кинокамеры, объективы и киноплёнка – всё, что необходимо для реализации новой системы кинематографа, получившей впоследствии название «Todd AO®». После проведения ряда экспериментальных съёмок, давших положительные результаты, было решено приступить к созданию полнометражного игрового фильма.

Широкоформатная система «Todd AO®» стала первой в ряду современных систем с использованием широкой 65 мм киноплёнки и заложила основные параметры для всех последующих широкоформатных систем, использующих 65 мм и 70 мм киноплёнку.

Все современные широкоформатные системы используют для съёмки 65 мм или 70 мм негативную киноплёнку со стандартной позитивной перфорацией 1,98x2,8 мм,



Размеры 70 мм киноплёнки с магнитными дорожками системы «Todd AO®»

принятой в 35 мм кинематографе. Расположение рядов перфораций и расстояние между ними и на 65 мм, и на 70 мм киноплёнке равно 53,44 мм. Шаг перфорации равен 4,75 мм. Единственным отличием в некоторых современных системах («DynaVision», «Iwerks 870», «Iwerk-

sphere», «IMAX») является размер кадра в негативе и позитиве и его шаг по количеству перфораций.

Как видно из таблицы, все следующие за «Todd AO®» системы широкоформатного кино на 65/70 мм киноплёнке с шагом в 5 перфораций, имеют практически

Табл 1. Размеры кадра, соотношение сторон кадра 65 мм негатива и 70 мм позитива в широкоформатных системах с шагом кадра в 5 перфораций

Название (Разработчик системы, год)	Размер кадра: негатив / позитив	Соотношение сторон: негатив / позитив
«Todd AO®» (American Optical Company, Magna Theatre Corporation, M. Todd, 1955)	52,62x23,01 / 48,56x22,09	2.29:1 / 2.21:1 (дуга экрана 120°)
«Ultra Panavision» (Panavision, MGM, 1957)	52,62x23,01 / 48,56x22,09	2.86:1 / 2.76:1 (Коэф-т анаморфирования 1.25 x)
«Широкий формат» (НИКФИ, Голдовский Е.М., 1957)	52,6x23 / 48,6x22,1	2.28:1 / 2.21:1
«70 мм» (American Optical Company, 1958)	52,47x23,01 / 48,56x22,09	2.28:1 / 2.21:1
«Super Panavision 70» (Panavision, Inc., 1959)	52,62x23,01 / 48,56x22,09	2.29:1 / 2.21:1
«Varioscope» (Jan Jacobsen, 1959)	52,47x23,01 / 48,56x22,09	2.28:1 / 2.21:1
«Dimension 150» (American Optical Company, 1966)	52,47x23,01 / 48,56x22,09 (оптически изогнутый)	2.28 / 2.21 (дуга экрана 150°)
«Showscan» (Douglas Trumbull, 1978)	52,47x23,01 / 48,56x22,09	2.28:1 / 2.21:1
«Omnivision Cinema 180» (Omni Films, 1979)	52,47x23,01 / 48,56x22,09	2.28:1 / 180°
«Super Dimension 70» (Robert Weisgerber, 2002)	52,47x23,01 / 48,56x22,09	2.28:1 / 2.21:1

одинаковый размер кадра и одинаковое отношение ширины к высоте.

Во всех этих системах фильмокопии печатаются с 65 мм негатива (кроме системы «Широкий формат», где негатив снимается на 70 мм киноплёнке) контактным способом на киноплёнке шириной 70 мм. После проявления на позитивную копию наносится магнитный слой, на который записываются шесть дорожек стереофонического звукового сопровождения. Пять из этих дорожек обеспечивают стереофоническое звучание громкоговорителей за экраном (левый, левый центральный, центральный, правый центральный и правый), а шестая – для канала звуковых эффектов, громкоговорители которого расположены в зрительном зале на противоположной стороне от экрана.

Звуковую стереофоническую шестиканальную систему «Todd AO» и аппаратуру для магнитной записи звука разработала компания «Westrex Corporation» в содружестве с компанией «AMPEX». («Westrex Corporation» была создана компанией «Western Electric»).

С широкоформатного негатива можно напечатать не только 70 мм фильмокопии, но также оптической печатью с выкопировкой широкоэкранные анаморфированные и обычные 35 мм фильмокопии.

Первый фильм по системе «Todd AO®» снимался с частотой 30 кадров в секунду. Поэтому универсальные кинопроекторы для демонстрации широкоформатных фильмов на 70 мм плёнке имели две скорости: 30 и 24 кадра в секунду, что обеспечивало возможность демон-



Кадр на 70 мм киноплёнке с шестиканальной магнитной фонограммой из кинофильма «Oklahoma!» (Оклахома!) (1955)

страции широкоэкранных и обычных фильмов на 35 мм киноплёнке.

После выпуска на экран первого широкоформатного кинофильма стало ясно, что основное количество прокатных копий с 65 мм негатива будут не 70 мм, а 35 мм с анаморфированным кадром и, естественно, будут демонстрироваться с частотой проекции 24 кадра в секунду. Печать 35 мм позитива для проекции с частотой 24 кадра в секунду с 65 мм негатива, снятого при частоте 30 кадров в секунду, осуществляется путём выборочной печати с пропуском каждого пятого кадра негатива. Такая печать усложняла процесс копирования и ухудшала качество 35 мм фильмокопии из-за потери части фаз съёмки в негативе движения, что особенно ярко проявлялось при большой скорости последнего.

Для устранения указанных трудностей второй кинофильм по системе «Todd AO®» снимался одновременно двумя 65 мм камерами с частотой 30 и 24 кадра в секунду. Следующие широкоформатные фильмы по системе «Todd AO®» снимались только с частотой 24 кадра в секунду. С такой же частотой осуществлялась съёмка и проекция кинофильмов в широкоформатных системах: «Широкий формат», «Ultra Panavision», «70 мм», «Super Panavision 70», «Varioscope» и «Dimension 150».

Премьера первого широкоформатного игрового фильма «ОКЛАХОМА!» (Оклахома!), снятого по системе «Todd AO®», прошла 10 октября 1955 года в нью-йоркском кинотеатре «Риволи» (Rivoli Theatre).

Для показа широкоформатных фильмов по системе «Todd AO®» старый экран, смонтированный в кинотеатре «Риволи» для демонстрации первого широкоэкрannого фильма «The Robe» (Плащаница) по системе «Cinemascope®» в 1953 году, был заменён на новый, установленный по дуге в 120°, шириной 20,13 м и высотой 8,2 м. Хорда дуги равнялась 15,25 м. Расстояние от центра дуги до центра хорды было равно 4,27 м. За экраном были установлены пять групп динамиков для обеспечения стереофонического звуковоспроизведения. Шестая группа динамиков для воспроизведения эффектного звука была смонтирована в зале. Для удоб-



Оформление фасада кинотеатра «Риволи» в период демонстрации фильма «Оклахома!»



Кадр на 35 мм киноплёнке широкоэкранный вариант с оптической фонограммой из кинофильма «Oklahoma!» (Оклахома!) (1955)

ства зрителей в зале установили более широкие кресла, из-за этого его вместительность уменьшилась с 2000 до 1650 мест.

Трёхмесячная реконструкция дала новую жизнь старому кинотеатру, который на долгие годы стал главным кинозалом широкоформатной системы «Todd AO®». Надо сказать, дорогим кинозалом: билеты на дневной сеанс стоили от 1,5 до 2,75 долларов, а на вечерний – от 1,75 до 3,5 долларов (в 1955 году билет в дорогие перевозканные кинотеатры США стоил не более 75 центов).

Кстати, в «Риволи» одновременно с началом демонстрации широкоформатных фильмов на входе в кинотеатр появилась табличка: «No Popcorn» (Никакой жареной кукурузы). Это был 1955 год!

Первый широкоформатный фильм с огромным успехом демонстрировался в кинотеатре «Риволи» 51 неделю, затем началась его демонстрация в других кинотеатрах США.

За короткое время для демонстрации фильмов по системе «Todd AO» было оборудовано около 100 кинотеатров в крупных городах США. К концу 50-х годов широкоформатные фильмы начали демонстрироваться в кинотеатрах Европы и Азии.

Европейская премьера широкоформатного варианта фильма «Оклахома!» прошла 26 декабря 1959 года в лондонском кинотеатре «Метрополь» (Metropole Theatre).

Есть легенда о том, что фильм «Оклахома!» попал на экраны СССР после того, как Н.С. Хрущёв, увидев в начале фильма початки кукурузы размером выше всадника на лошади, распорядился купить картину для советских зрителей. Правда ли это или нет, сказать трудно, но 26 декабря 1960 года цветной широкоэкранный вариант фильма «Оклахома!» был выпущен в советский прокат.

В 1955 году фильм был отмечен двумя «Оскарами». За время проката «Оклахома!» заработала 7 миллионов долларов.

Второй широкоформатный фильм «Around the World in 80 Days» (Вокруг света за 80 дней) демонстрировался в кинотеатре «Риволи» 113 недель с 17 октября 1956 года по 5 октября 1958 года. Помимо 23 миллио-

нов долларов, заработанных им в прокате, фильм принёс в 1956 году своим создателям 5 премий «Оскар» в номинациях: «Лучший фильм», «Лучшая адаптация литературного произведения», «Лучший монтаж», «Лучшая операторская работа», «Лучший композитор». (Из 18 полнометражных игровых фильмов, снятых по системе «Todd AO» в XX веке, десять фильмов завоевали 25 «Оскаров»).

«Around the World in 80 Days» был выпущен в прокат сразу в нескольких вариантах. 70 мм копии демонстрировались в перевозканных кинотеатрах США, оборудованных соответствующей проекционной аппаратурой и системой стереофонического звука. Для кинотеатров, демонстрирующих широкоэкранные фильмы по системе «Cinemascope», были напечатаны 35 мм копии как с магнитной стереофонической 4-х канальной фонограммой, так и с монофонической фотографической фонограммой. Также были напечатаны 35 мм копии в обычном формате. Такое разнообразие вариантов прокатных копий позволило одновременно демонстрировать фильм практически во всех типах кинотеатров. Например, на Каннском фестивале (Cannes Film Festival) 2 мая 1957 года «Around the World in 80 Days» был показан с 35 мм анаморфированной копии с магнитной фонограммой по системе «Cinemascope». Демонстрация цветного широкоэкранный вариант в СССР началась 27 декабря 1976 года в московском кинотеатре «Художественный».

После съёмки и проката двух первых широкоформатных фильмов создателям системы «Todd AO» стало ясно, что для облегчения процесса производства и экономии средств, фильм должен сниматься в одном формате со стандартной частотой 24 кадра в секунду, что упрощает процесс перевода широкоформатного варианта в широкоэкранный и обычный. В 1958 году при оборудовании кинозалов широкоформатной проекционной аппаратурой отказались от установки дугообразных экранов. Что также удешевило и ускорило процесс внедрения нового вида кинопоказа и, как результат, дало не малую прибыль.

Третий широкоформатный фильм по системе «Todd AO» мюзикл «South Pacific» (Юг Тихого океана) был за-

Табл. 2. Все широкоформатные фильмы, снятые по системе «Todd AO»

НАЗВАНИЕ	ПРЕМЬЕРА Дата, кинотеатр, город, страна	Премия «Oscar» / Номинирован
ПОЛНОМЕТРАЖНЫЕ		
«Oklahoma!» (Оклахома!)	10.10.1955, «Rivoli», Нью-Йорк, США	2 / 4
«Around the World in 80 Days» (Вокруг света за 80 дней)	17.10.1956, «Rivoli», Нью-Йорк, США	5 / 8
«South Pacific» (Юг Тихого океана)	19.03.1958, «Criterion», Нью-Йорк, США	1 / 3
«Porgy and Bess» (Порги и Бесс)	24.06.1959, «Warner», Нью-Йорк, США	1 / 4
«Scent of Mystery» (Аромат тайны)	06.01.1960, «Cinestage», Чикаго, США	- / -
«Can-Can» (Кан-Кан)	09.03.1960, «Rivoli», Нью-Йорк, США	- / 2
«The Alamo» (Аламо)	24.10.1960, «Woodlawn», Сан-Антонио, США	1 / 7
«Cleopatra» (Клеопатра)	12.06.1963, «Rivoli», Нью-Йорк, США	4 / 9
«The Sound of Music» (Звуки музыки)	02.03.1965, «Rivoli», Нью-Йорк, США	5 / 10
«Those Magnificent Men in Their Flying Machines, or How I Flew from London to Paris in 25 hours 11 minutes» (Эти великолепные мужчины на их летательных аппаратах, или как я долетел из Лондона до Па- рижа за 25 часов 11 минут).	03.06.1965, «Astoria», Лондон, Великобритания. (В советском прокате – «Воздушные приключения»).	- / 1
«The Agony and the Ecsta- sy» (Агония и экстаз)	07.10.1965, «State», Нью-Йорк, США	- / 5
«Doctor Dolittle» (Доктор Дулиттл)	12.12.1967, «Odeon MA», Лондон, Великобритания	2 / 9
«Star!» (Звезда!)	18.07.1968, «Dominion», Лондон, Великобритания	- / 7
«Hello, Dolly!» (Хэлло, Долли!)	16.12.1969, «Rivoli», Нью-Йорк, США	3 / 7
«Krakatoa, East of Java» (Кракатао, к востоку от Явы»)	11.01.1969, Токио, Япония	- / 1
«Airport» (Аэропорт)	05.03.1970, «Radio City», Нью-Йорк, США	1 / 10
«The Last Valley» (Последняя долина)	28.01.1971, «Rivoli», Нью-Йорк, США	- / -
«Baraka» (документальный)	30.08.1992, «World film festival». Монреаль, Канада	- / -
КОРОТКОМЕТРАЖНЫЕ		
«The Miracle of Todd-AO» (Чудеса Тодд АО)	25.05.1956, «Rivoli», Нью-Йорк, США	
«The March of Todd-AO» (Марш Тодд АО)	24.12.1958, «Rivoli», Нью-Йорк, США	
«The Tale of Old Whiff» (Рассказ старого болтуна)	06.01.1960, «Cinestage», Чикаго, США	
«Man in the 5th Dimension» (Человек в пятом измерении)	22.04.1964, «World Fair», Нью-Йорк, США	
«The Artist Who Did Not Want To Paint» (Художник, который не хотел рисовать)	07.10.1965, «State», Нью-Йорк, США	



Элизабет Тейлор и Майк Тодд во время вручения премии «Оскар» 27 марта 1957 года

пущен в производство в 1957 году и снимался на 65 мм негатив в одном варианте с частотой 24 кадра в секунду. Премьера широкоформатной версии фильма прошла в нью-йоркском кинотеатре «Критерио» (Criterion) 19 марта 1958 года, где он непрерывно демонстрировался в течение 29 недель до 6 октября 1958 года. Ещё 25 недель с 7 октября 1958 года по 31 марта 1959 года «South Pacific» не сходил с экрана кинотеатра «Риволи» (Rivoli Theatre).

Super Panavision 70® (Супер-Панавижн-70)

Система разработана американской компанией «Панавижн» (Panavision, Inc.) в 1959 году. В системе сохранены все основные параметры системы «Todd AO»: ширина плёнки, шаг и размер кадра, частота съёмки. Главное отличие и преимущество системы «Super Panavision 70» заключалось в создании новой линейки съёмочных объективов с фокусными расстояниями от 17 до 1000 мм, дающих возможность получать на плёнке изображение высочайшего качества. Фирмой «Панавижн» специаль-

Табл 3. Все широкоформатные фильмы, снятые по системе «Super Panavision-70»

НАЗВАНИЕ	ПРЕМЬЕРА Дата, кинотеатр, город	Премия «Oscar» / Номинирован
«The Big Fisherman» (Большой рыбак)	04.08.1959, «Rivoli», Нью-Йорк	- / 3
«Exodus» (Исход)	15.12.1960, «Warner», Нью-Йорк	1 / 3
«West Side Story» (Вестсайдская история)	18.10.1961, «Rivoli», Нью-Йорк	10 / 11
«Lawrence of Arabia» (Лоуренс Аравийский)	10.12.1962, «Odeon», Leicester Square, Лондон	7 / 10
«Cheyenne Autumn» (Шайеннская осень)	19.11.1964, «Warner», Лондон	- / 1
«My Fair Lady» (Моя прекрасная леди)	21.10.1964, «Criterion», Нью-Йорк	8 / 9
«Lord Jim» (Лорд Джим)	15.02.1965, «Odeon», Лондон	- / -
«Grand Prix» (Большой приз)	21.12.1966, «Warner Cinerama Theatre», Нью-Йорк	3 / 3
«Chitty Chitty Bang Bang»	18.12.1968, «State 2», Нью-Йорк	- / 1
«Ice Station Zebra» (Полярная станция «Зебра»)	23.10.1968, «Cinerama Dome», Лос-Анджелес	- / 2
«2001 A Space Odyssey» (2001: Космическая Одиссея)	02.04.1968, «Uptown Theatre», Вашингтон.	1 / 4
«Ryan's Daughter» (Дочь Рьяна)	09.11.1970, «Ziegfeld», Нью-Йорк	2 / 4
«Song of Norway» (Песня Норвегии)	10.12.1970, «Casino Cinerama Theatre», Лондон.	- / -
«Трон» (Трон)	08.07.1982, «State 2», Нью-Йорк	- / 2
«Brainstorm» (Припадок безумия)	30.09.1983, «Ziegfeld», Нью-Йорк	- / -
«Far And Away»	22.05.1992, «Ziegfeld», Нью-Йорк	- / -
«Hamlet» (Гамлет)	25.12.1996, «Ziegfeld», Нью-Йорк	

но для широкоформатной плёнки были разработаны несколько типов кинокамер для павильонных и натуральных съёмок, включая ручные облегчённые кинокамеры.

4 августа 1959 года в кинотеатре «Риволи» (Rivoli Theatre) в Нью-Йорке прошла премьера **первого широкоформатного игрового фильма «THE BIG FISHERMAN» (Большой рыбак)**, снятого по системе «Super Panavision 70®».

Два фильма «MacKenna's Gold» (Золото Маккены)

(Премьера 18.03.1969) и «The Horsemen» (Всадники) (Премьера 22.07.1971) были запущены в производство по системе «Super Panavision-70», но основная часть их была снята по 35 мм системе «Panavision» с анаморфированным кадром, в котором они были выпущены в прокат.

Для фильма «Трон» (Трон) комбинированные кадры снимались по системе «VistaVision®». ■



Кадр из кинофильма «The Sound of Music» (Звуки музыки) (1965).

Сборы в прокате 79,2 миллиона долларов.

Пять премий «Оскар» в номинациях: «Лучший фильм», «Лучший режиссёр», «Лучшая музыкальная адаптация», «Лучший звук» и «Лучший монтаж»



Кадр из кинофильма «West Side Story» (Вестсайдская история) (1961).

10 премий «Оскар» в номинациях: «Лучший фильм», «Лучший режиссёр», «Лучшая актриса второго плана», «Лучший актёр второго плана», «Лучший оператор», «Лучший художник», «Лучший художник по костюмам», «Лучшая музыкальная адаптация», «Лучший звук» и «Лучший монтаж»



Кадр из кинофильма «Airport» (Аэропорт) (1970).

Сборы в прокате 45,2 миллиона долларов.

Премия «Оскар» в номинации «Лучшая актриса второго плана»



Кадр из кинофильма «My Fair Lady» (Моя прекрасная леди) (1964).

8 премий «Оскар» в номинациях: «Лучший фильм», «Лучший режиссёр», «Лучший актёр», «Лучший оператор», «Лучший художник», «Лучший художник по костюмам», «Лучшая музыкальная адаптация», «Лучший звук»



Кадр из кинофильма «Cleopatra» (Клеопатра) (1963).

Сборы в прокате 26 миллионов долларов.

Четыре премии «Оскар» в номинациях: «Лучшая операторская работа», «Лучший художник», «Лучший художник по костюмам», «Лучшие спецэффекты»



Кадр из кинофильма «Lawrence of Arabia» (Лоуренс Аравийский) (1962).

7 премий «Оскар» в номинациях: «Лучший фильм», «Лучший режиссёр», «Лучший художник», «Лучший оператор», «Лучший монтаж», «Лучший композитор», «Лучший звук»