

Мир Кино

ТЕХНИКИ

ОКТАБРЬ–ДЕКАБРЬ | 4(22)-2011 |

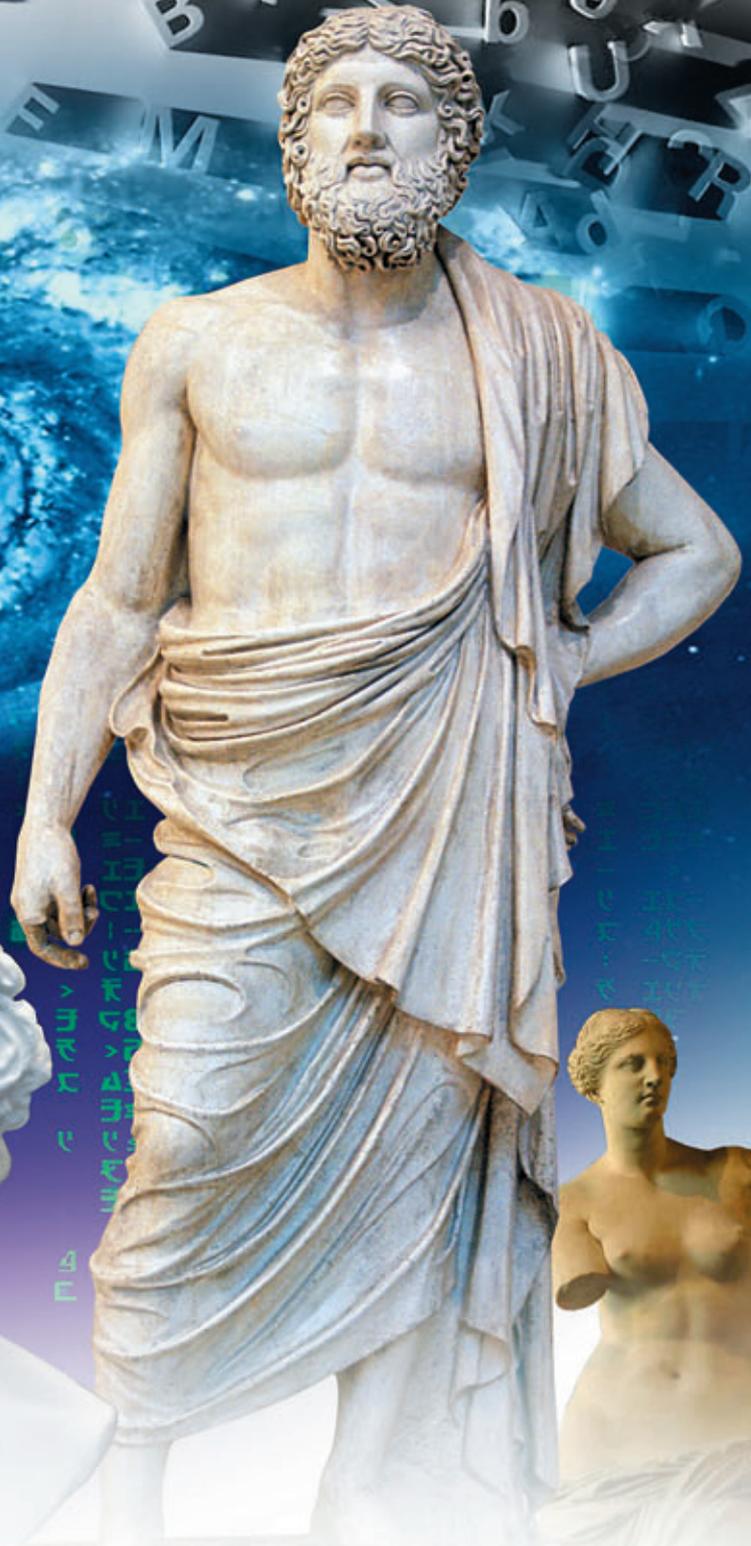
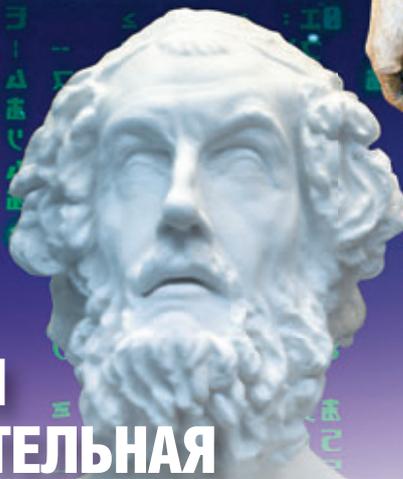
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ | ОАО «НИКФИ» | ООО «ИПП «Куна» | Подписной индекс: 81923 в каталоге Роспечати

**ПАНОРАМНЫЕ
СИСТЕМЫ
КИНЕМАТОГРАФА**

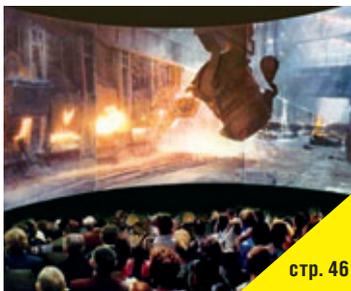
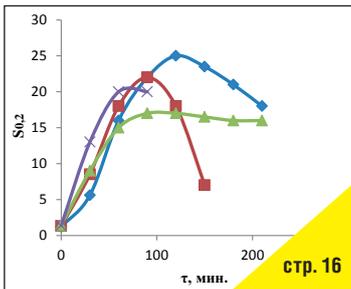
**ИНСТРУМЕНТАРИЙ
ДЛЯ МАЛОБЮДЖЕТНОЙ
СТЕРЕОСЪЕМКИ**

**СПЕКТРО-
ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ
ПРИБОР
ДЛЯ КОНТРОЛЯ
ХАРАКТЕРИСТИК
КИНОЭКРАНОВ
И ДИСПЛЕЕВ**

**ЦИФРОВАЯ
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНАЯ
ГОЛОГРАФИЯ
ДЛЯ МУЗЕЕВ**



№ 22 СОДЕРЖАНИЕ



Технологии

В. Сычёв
Измерение засветки в кинозале 2

А.С. Волков, В.Н. Кузьмин
Спектрофотометрический прибор для контроля яркости и колориметрических характеристик киноэкранов и дисплеев 8

В.В. Ильина, И.Г. Чезлов, С.С. Мнацаканов, И.И. Рийк
Исследование возможности применения оптических отбеливателей в составе покрывной композиции бумаг для струйной печати цифровых изображений 13

А.С. Михайлов, М.А. Сакварелидзе, В.И. Шелейковская
Влияние молекулярно-массового состава желатин на фотографические свойства светочувствительных материалов 16

Р. Баканас, С. Захаровас
Цифровая изобразительная голография для музеев 19

Мастер-класс, семинары, новости SMPTE, отзывы

А.С. Мелкумов
Инструментарий для малобюджетной стереосъемки 25

SMPTE Motion Imaging Journal by Sean McCarthy, перевод А. Блохина
Биологические основы обработки и компрессии для перцептуального видео 33

Вопросы сертификации и права

Г.В. Фокин
Интеллектуальная собственность. Мыльный пузырь софтверного бизнеса. Что делать? 41

Страницы истории кино

Н.А. Майоров
Панорамные системы кинематографа 46

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

1. Статья представляется на электронном носителе, либо по почте Kevin@paradiz.ru, объемом 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:
Копошилова 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 № 3304.
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 несет 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



ИЗМЕРЕНИЕ ЗАСВЕТКИ В КИНОЗАЛЕ



В. Сычёв, к.т.н.,
ОАО «НИКФИ»

Аннотация

Засветка и уровень «чёрного» кинозала – факторы, оказывающие существенное влияние на контраст проецируемого изображения. Тем не менее, в практике оценки качества кинопоказа они используются крайне редко в связи с неудобством измерения и отсутствием и/или высокой стоимостью соответствующего оборудования. В статье предлагается метод определения относительной засветки и последовательного контраста, позволяющий обойти эти проблемы.

Ключевые слова: засветка, яркость, оптический клин, уровень «чёрного» кинозала, последовательный контраст.

■ Засветкой называется не формирующее изображение освещение экрана, в котором отсутствует или незначительна пространственная модуляция. Уровень засветки зависит от геометрии и цветового оформления зала; запылённости, механических дефектов и светорассеяния оптики проектора; запылённости воздуха и т.д.

При кинопроекции для измерения засветки использовалась кашетка, перекрывающая небольшой кружок в центре изображения [1,2].

Регламентируемым параметром была относительная засветка, определяемая по формуле:

$$\varepsilon = \frac{E_3}{E} 100\% \quad (1)$$

где E_3 – освещённость создаваемого непрозрачной кашеткой чёрного поля в центре экрана, E – освещённость в центре экрана при открытом кадровом окне.

Оправа кашетки имеет форму кадрового окна и помещается в фильмочный канал кинопроектора. Установка

MEASUREMENT OF THE STRAY LIGHT AT THE MOVIE THEATRE

V. Sychov

Abstract

The stray light and the theatre black greatly influence on the projecting image contrast. Nevertheless there are some problems with the measurement of these parameters in practice due to inconvenience and expensiveness of measuring method and equipment. The method, test films and device for the stray light and the sequential contrast measurement are suggested.

Keywords: stray light, luminance, optical wedge, theatre black, sequential contrast.

кашетки – дело довольно хлопотное, и отнюдь не все модели проекторов позволяют это сделать.

Более целесообразным представляется использование для измерения засветки аналогичного плёночного теста (рис. 1, 2). Помимо устранения указанного недостатка металлических кашет, в этом случае:

– условия измерения засветки оказываются ближе к реальным условиям кинопоказа, т.к. добавляется и учитывается светорассеяние на поверхности киноплёнки;

– для мощных кинопроекторов снимается ограничение на время измерения, т.к. плёнка исполняет роль теплового фильтра и предохраняет от перегрева проекционную оптику.

Нормативным [1, 3], хотя и трудно достижимым на практике, был 1% уровень относительной засветки (10% согласно [2]). Поэтому оптической плотности 3,0÷3,5 вполне достаточно, чтобы считать изображение на плёнке непрозрачным (систематическая ошибка измерения – менее 5% и может быть учтена градуировочными таблицами).

Для сохранения исторически сложившегося определения засветки затеняемая площадка не должна превышать 1% общей площади изображения. Форма площадки при этом роли не играет. Поэтому можно выбрать такую форму, которая позволит предложить нетрадиционные методы измерения относительной засветки.

Вариант 1.

На экран проецируется изображение чёрного прямоугольника. Остальная часть кадра прозрачна (рис. 1а). Изображение прямоугольника рассматривается через оптическую трубу (рис. 1б). Верхняя половина поля зрения трубы прозрачна и совмещается с прямоугольником на экране. Нижняя половина, наведённая на белое экранное поле, перекрыта встроенным в трубу оптическим клином (рис. 1с).

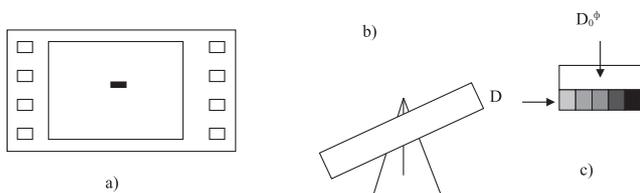


Рис. 1. Схема измерения засветки. Вариант 1: а) проецируемое тестовое изображение на киноплёнке; б) оптическая труба, устанавливаемая в просмотровом зале; в) поле зрения оптической трубы, верхняя прозрачная часть которого совмещается с экранным изображением чёрного прямоугольника, а нижняя – с белым полем под ним

Функция оптической трубы состоит, во-первых, в введении и фиксации положения фильтра, через который производится наблюдение. И, во-вторых, в ограничении поля зрения таким образом, чтобы в глаз попадал только световой поток от чёрного поля и от белого поля, перекрытого оптическим клином. При этом будут соблюдены адаптационно оптимальные условия сравнения яркостей.

Сделаем одно предварительное замечание. Уравнение (1) можно (и нужно, т.к. для зрителя важна яркость, а не освещённость) переписать так:

$$\varepsilon = \frac{L_3}{L_{\text{белого}}} \quad (2)$$

где яркость белого $L_{\text{белого}}$ складывается из яркости, создаваемой на экране непосредственно кинопроектором $L_{\text{кп}}$, и яркости, создаваемой засветкой L_3 :

$$L_{\text{белого}} = L_{\text{кп}} + L_3 \quad (3)$$

Отсюда

$$L_{\text{кп}} = L_{\text{белого}} (1 - \varepsilon) \quad (4)$$

Перейдём теперь к описанию процесса измерения. Равенство яркостей верхней и нижней половин поля зрения описывается выражением:

$$L_4 10^{-D_0^\phi} = L_0 10^{-D_i^\phi} \quad (5)$$

где L_4 и L_0 – яркости чёрного и белого полей проецируемого теста в центре экрана;

D_0^ϕ и D_i^ϕ – плотности встроенного в оптическую трубу фильтра: верхней прозрачной половины и i -го поля оптического клина.

Из определения (2) следует, что уровень засветки при проекции изображения рис. 1а составит:

$$L_3 = \varepsilon L_{\text{белого}} 10^{-D_0} \quad (6)$$

где D_0 – плотность прозрачной части плёночного изображения (основы и вуали).

Яркости чёрного и белого полей равны:

$$\begin{aligned} L_4 &= L_{\text{кп}} 10^{-D_4} + L_3 \\ L_0 &= L_{\text{кп}} 10^{-D_0} + L_3 \end{aligned} \quad (7)$$

где D_4 – плотность чёрного поля на киноплёнке.

Решая совместно (2), (3), (4), получим:

$$\varepsilon = \frac{10^{-(D_4^\phi - D_0^\phi)} - 10^{-(D_4 - D_0)}}{1 - 10^{-(D_4 - D_0)}} \quad (8)$$

В таблице 1 приведены значения плотностей оптического клина, при которых достигается выравнивание яркостей верхнего и нижнего полей, для разных значений относительной засветки и плотности чёрного прямоугольника на экране.

Табл. 1

Параметр	Обозначение	Значение	Плотность просмотрового фильтра: $D_1^\phi - D_0^\phi$				
Относительная засветка, %	ε		1%	2%	3%	5%	10%
Плотность чёрного поля плёночного теста	$D_4 - D_0$	3.00	1.96	1.68	1.51	1.29	1.00
		3.50	1.99	1.69	1.52	1.30	1.00
		10.00	2.00	1.70	1.52	1.30	1.00

Анализ данных таблицы 1 позволяет сделать следующие выводы:

1. Плотность чёрного поля плёночного теста при значениях более 3 единиц крайне незначительно влияет на экранную яркость чёрного поля. Поэтому требования к изготовлению плёночного теста минимальны. При необходимости увеличения точности измерения или при измерении засветки менее 1% фактическая плотность теста может быть учтена расчётно.

2. Для обеспечения достаточных для практики точности и диапазона измерения засветки, поля клина должны иметь плотности в интервале 1÷2 с шагом ~0,15.

Вариант 2.

На экран проецируется изображение чёрного прямоугольника и оптического клина. Остальная часть кадра прозрачна (рис. 2а). Изображение рассматривается через оптическую трубу (рис. 2б). Верхняя прозрачная половина поля зрения трубы наведена на чёрный прямоугольник. Нижняя половина, совмещённая с оптическим клином на экране, перекрыта встроенным в трубу серым однородным фильтром с плотностью 0,2÷0,4 (рис. 1с).

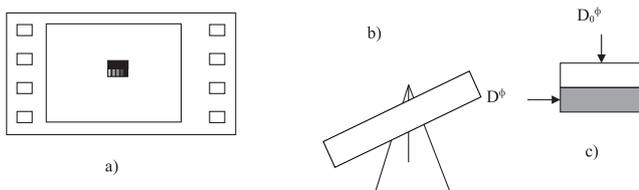


Рис. 2. Схема измерения засветки. Вариант 2: а) проецируемое тестовое изображение на киноплёнке; б) оптическая труба, устанавливаемая в просмотровом зале; в) поле зрения оптической трубы, верхняя прозрачная часть которого совмещается с экранным изображением чёрного прямоугольника, а нижняя – с оптическим клином под ним

Математическая модель процесса измерения выглядит в данном случае следующим образом:

$$\begin{aligned}
 L_ч * 10^{-D_ч^0} &= L_1 * 10^{-D^0} \\
 L_ч &= L_{кп} * 10^{-D_ч} + L_3 \\
 L_1 &= L_{кп} * 10^{-D_1} + L_3 \\
 L_3 &= \varepsilon L_{белого} * 10^{-D_0} \\
 L_{кп} &= L_{белого} (1 - \varepsilon)
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Решение системы даёт:

$$\varepsilon = \frac{10^{-(D_1 - D_0) - (D^0 - D_0^0)} - 10^{-(D_ч - D_0)}}{1 - 10^{-(D_ч - D_0)} + 10^{-(D_1 - D_0) - (D^0 - D_0^0)} - 10^{-(D^0 - D_0^0)}}
 \tag{10}$$

В таблице 2 приведены значения плотностей оптического клина, при которых достигается выравнивание яркостей верхнего и нижнего полей, для разных значений относительной засветки, плотности чёрного поля и плотности фильтра.

Анализ данных таблицы 2 позволяет сделать следующие выводы:

1. Плотность просмотрового фильтра практически не влияет на точность определения засветки. Однако для удобства наведения измерительной трубы предпочтительнее более высокие плотности клина. Поэтому оптимальная плотность просмотрового фильтра – 0,15÷0,3.

2. Для обеспечения достаточных для практики точности и диапазона измерений, поля клина должны иметь плотности в интервале 1,1 с шагом ~0,15.

В заключение отметим, что для цифровой проекции в качестве меры засветки принято использовать одновременный контраст, определяемый как отношение яркостей белых и чёрных полей шахматного теста [4, 5]. Значение одновременного контраста может быть рас-

Табл. 2

Параметр	Обозначение	Значение	Плотность поля клина на плёнке: $D_1 - D_0$				
			1%	2%	3%	5%	10%
Относительная засветка, %	ε		1%	2%	3%	5%	10%
Плотность чёрного поля плёночного теста	$D_ч - D_0$	3.00					
Плотность просмотрового фильтра	$D^0 - D_0^0$	0.15	2.25	2.01	1.85	1.64	1.33
		0.30	1.92	1.65	1.48	1.26	0.95
		0.45	1.67	1.40	1.23	1.01	0.69
		0.60	1.47	1.19	1.02	0.79	0.47
Плотность чёрного поля плёночного теста	$D_ч - D_0$	10.00					
Плотность просмотрового фильтра	$D^0 - D_0^0$	0.15	2.38	2.07	1.89	1.66	1.34
		0.30	2.00	1.69	1.51	1.28	0.96
		0.45	1.74	1.43	1.25	1.02	0.69
		0.60	1.52	1.22	1.04	0.80	0.48

считано [8] по известному значению относительной засветки.

Измерение последовательного контраста

Внешний свет кинозала – это свет, отражённый от экрана, обусловленный дежурным освещением, световыми указателями выхода и доступа, светом из проекционной, подсветкой ступенек, но не самим проектором. Отметим, что внешний свет снижает контраст проецируемого изображения.

Уровень «чёрного» в кинозале определяется как свет, отражённый от экрана, когда зал находится в нормальном рабочем режиме при включённом дежурном освещении и работающем проекторе с перекрытым световым потоком.

Прямых требований к уровню «чёрного» нет. Его мерой является последовательный контраст – отношение яркости «белого» к яркости «чёрного» в кинозале. Требования к последовательному контрасту пока не включены в международные и российские стандарты, но содержатся в рекомендациях кинотехнических организаций ряда стран. Так, [5] определяет следующие минимальные значения для последовательного контраста при цифровой проекции:

- для просмотрового зала – 1500:1
- для кинотеатра – 1200:1

Для киноплёночной проекции аналогичных требований не установлено, однако измерение уровня «чёрного» (или последовательного контраста) было бы крайне полезно для оценки влияния посторонних источников света на контраст изображения на экране. Можно определить уровень «чёрного» при киноплёночной проекции как свет, отражённый от экрана, при проецировании изображения с равномерной высокой оптической плотностью (не менее 4). Последовательный контраст, как и для цифровой проекции, определим отношением яркости «белого» к яркости «чёрного», где яркость «белого» определяется при открытом кадровом окне.

Для измерения последовательного контраста предлагается использовать схему, изображённую на рис. 2. В центр экрана проецируется изображение тестового клина, имеющего градации от тёмно-серого к чёрному и вносящего пренебрежимо малый вклад в уровень чёрного. При необходимости измерения параметра в краевых точках экрана такие же клинья можно разместить в соответствующих местах. Клинь рассматривается на экране за нейтрально-серым светофильтром небольшой плотности и сравнивается с уровнем окружающего фона. Условие небольшой плотности определяется необходимостью малых значений яркости для полей клина. Ниже будет показано, что светофильтр $D = 0,15 \div 0,3$, выбранный для измерения внутрикадрового контраста, может быть использован и в данном случае. Схема теста изображена на рисунке 3.

Можно показать [8], что для параметров предлагаемого теста и реальных условий кинопроекции засветка, создаваемая полями клина и окружающим его фоном, пренебрежимо мала. Поэтому уравнения, связан-

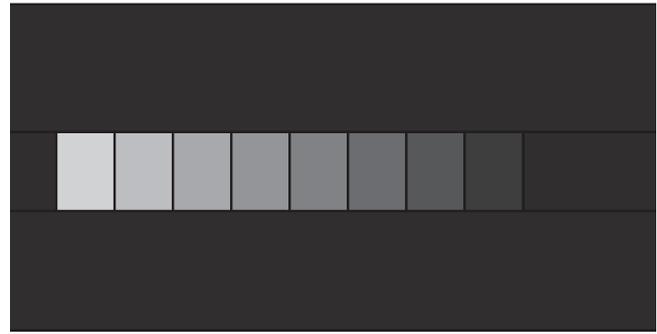


Рис. 3. Тестовый клин с градациями от серого до чёрного

ные с измерением уровня «чёрного», записаны без учёта засветки.

Измерение последовательного контраста при плёночной проекции

Пренебрегая засветкой, яркость окружающего клина фона складывается из яркости «чёрного» и света, пропущенного плёнкой. Условие равенства яркости фона и i -го поля клина за светофильтром с плотностью D^Φ выглядит следующим образом:

$$10^{-D_i^\Phi} (L_{\text{чёрного}} + L_{\text{кп}} 10^{-D_{\text{фона}}}) = 10^{-D^\Phi} (L_{\text{чёрного}} + L_{\text{кп}} 10^{-D_i}) \quad (11)$$

С учётом (4) получаем выражение для последовательного контраста:

$$C_{\text{посл}} = \frac{L}{L_{\text{чёрного}}} = \frac{1}{1-\varepsilon} \frac{1-10^{-(D^\Phi-D_i^\Phi)}}{10^{-D_i-(D^\Phi-D_i^\Phi)} - 10^{-D_{\text{фона}}}} \quad (12)$$

В таблице 3 приведены значения плотности оптического клина, при которых достигается выравнивание яркостей верхнего и нижнего полей, для разных значений последовательного контраста, плотности фона, плотности фильтра и относительной засветки.

Анализ данных таблицы 3 позволяет сделать следующие выводы:

1. Засветка практически не влияет на результаты измерения.

2. Сильное влияние оказывает плотность фона. Для образования существенного градиента плотностей клина в зависимости от измеряемого последовательного контраста необходима плотность фона не менее 4.

3. Оптимальным значением плотности фильтра представляется $D^\Phi \approx 0,3$. При меньших значениях D^Φ поля клина попадают в диапазон, где денситометр имеет значительную погрешность измерения. При больших значениях D^Φ возрастает контраст между клином и фоном.

4. Для обеспечения возможности измерения последовательного контраста в диапазоне 1000÷1500 при значительных вариациях плотности фона и уровней засветки ($D_{\text{фона}} > 3,5$, $\varepsilon = 1 \div 10\%$) поля клина должны иметь плотности в интервале 2,7÷3,1 с шагом ~0,05.

Табл. 3

Параметр	Обозначение	Значение	Плотность поля клина на плёнке: D_i					
			1000	1200	1400	1600	1800	2000
Последовательный контраст	$C_{\text{посл}}$		1000	1200	1400	1600	1800	2000
Относительная засветка	ε	1%						
Плотность фона	$D_{\text{фона}}$	3.0						
Плотность фильтра	$D^{\Phi}-D^0$	0.15	2.74	2.75	2.77	2.78	2.78	2.79
		0.3	2.52	2.55	2.57	2.58	2.59	2.60
		1	1.72	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84
Относительная засветка	ε	1%						
Плотность фона	$D_{\text{фона}}$	4.0						
Плотность фильтра	$D^{\Phi}-D^0$	0.15	3.25	3.31	3.36	3.40	3.43	3.46
		0.3	2.92	2.98	3.04	3.08	3.12	3.15
		1	2.00	2.07	2.13	2.18	2.22	2.26
Относительная засветка	ε	1%						
Плотность фона	$D_{\text{фона}}$	10.0						
Плотность фильтра	$D^{\Phi}-D^0$	0.15	3.38	3.46	3.53	3.58	3.64	3.68
		0.3	3.00	3.08	3.14	3.20	3.25	3.30
		1	2.04	2.12	2.19	2.25	2.30	2.34
Относительная засветка	ε	10%						
Плотность фона	$D_{\text{фона}}$	4.0						
Плотность фильтра	$D^{\Phi}-D^0$	0.15	3.22	3.28	3.33	3.37	3.40	3.43
		0.3	2.88	2.95	3.00	3.05	3.09	3.12
		1	1.96	2.03	2.09	2.14	2.18	2.22

5. Фильмовый материал для определения уровня «чёрного» довольно критичен к возникновению царапин и потёртостей. Их уровень должен регулярно контролироваться денситометрическими измерениями в различных участках фона на нескольких кадрах теста. При снижении результатов отдельных замеров фоновой плотности ниже 3,5 требуется замена теста.

Измерение последовательного контраста при цифровой проекции

При цифровой проекции при измерении «чёрного» на проектор подаётся сигнал с очень низкими кодированными значениями. [5] задаёт кодированные значения, равные (16 16 16). Проектор обычно даёт некоторую засветку на экран даже при подаче минимальных кодированных значений, поэтому яркость «чёрного» выше яркости внешнего света в кинозале.

Согласно [6], кодированные значения X'Y'Z' «белого» равны (3794 3960 3890). Поэтому яркость, создаваемую на экране проектором (без засветки), будем обозначать L_{3960} . Тогда аналогично (4) можно записать:

$$L_{3960} = L_{\text{белого}}(1-\varepsilon) \quad (13)$$

Условие равенства двух полей зрения:

$$10^{-D_{\Phi}}(\beta_j L_{3960} + L_{\text{чёрного}}) = 10^{-D_{\Phi}^0} L_{\text{чёрного}}, \quad (14)$$

где $\beta_j L_{3960}$ – яркость j-го поля клина.

Из (13) и (14) получаем выражение для последовательного контраста:

$$C_{\text{посл}} = \frac{L_{\text{белого}}}{L_{\text{чёрного}}} = \frac{10^{D_{\Phi}-D_{\Phi}^0} - 1}{\beta_j(1-\varepsilon)} \quad (15)$$

Табл. 4

Параметр	Обозначение	Значение	Кодированные значения яркости					
			Y_i					
Последовательный контраст	$C_{\text{посл}}$		1000	1200	1400	1600	1800	2000
Относительная засветка	ε	1%						
Плотность фильтра	$D^\Phi - D^0$	0.15	319	297	280	266	254	244
		0.3	364	339	320	304	290	279
		1	676	631	594	564	539	518
Относительная засветка	ε	10%						
Плотность фильтра	$D^\Phi - D^0$	0.15	330	308	290	276	264	253
		0.3	377	352	332	315	301	289
		1	702	654	616	586	560	537

Кодированные значения яркости серых полей клина определяются выражением:

$$Y = 3960 \left[\frac{10^{D^\Phi - D^0} - 1}{C_{\text{посл}} (1 - \varepsilon)} \right]^{\frac{1}{2.6}} \quad (16)$$

В таблице 4 приведены кодированные значения яркости серых полей оптического клина, при которых достигается выравнивание яркостей верхнего и нижнего полей, для разных значений последовательного контраста, плотности фильтра и относительной засветки.

Некоторые замечания:

1. Точно совместить границы фильтра просмотровой трубы и изображения на экране достаточно сложно. Образуемая в результате неточного совмещения чёрная или белая полоса будет мешать правильной оценке. Особенно вредна белая полоса, смещающая уровень адаптации. Поэтому границы теста на плёнке и фильтра в трубе должны быть нерезкими.

2. Из тех же адаптационных соображений поле зрения трубы должно исключить попадание в глаз наблюдателя светового потока белого поля, не перекрытого фильтром

трубы. Для наведения и фокусировки трубы желательно использовать серый фильтр.

3. При изготовлении фильтра измерительной трубы должна использоваться мелкозернистая эмульсия для снижения эффекта Калье и светорассеяния внутри трубы. Используются значения регулярной оптической плотности, измеренные за фильтром видности.

4. Для удобства изготовления оптических элементов трубы оптический клин и фильтр могут иметь круговую форму.

Выводы

Предложен метод и технические средства для измерения засветки и уровня «чёрного» кинозала – факторов, оказывающих существенное влияние на контраст проецируемого изображения. Профессиональные кинематографические яркометры, обеспечивающие измерение в соответствии с принятыми требованиями, весьма дороги (более 100 000 рублей). При этом диапазон их достоверного измерения с необходимой точностью начинается с 5–10 кд/м², тогда как для измерения засветки нужен уровень ~0,5 кд/м², а для уровня «чёрного» ~0,05 кд/м². Предложенный метод может стать недорогой и достаточно удобной альтернативой использованию яркометров при измерении этих параметров. ■

ЛИТЕРАТУРА

- ОСТ 19-155-00. Кинотеатры и киноустановки. Качество проецируемого изображения.
- PTM 19-77-94. Развитие и техническое оснащение киносети.
- ISO 2910:2007. Cinematography. Screen luminance and chrominance for the projection of motion pictures.
- ISO/DIS 26431-2. Digital cinema (D-cinema) quality. Part 2: Reference projector and environment.
- SMPTE RP 431-2-2007. D-Cinema Quality – Reference Projector and Environment for Display of DCDM in Review Rooms and Theatres.
- ISO 26428-1:2008. Digital cinema (D-cinema) distribution master. Part 1: Image characteristics.
- SMPTE 431-3. D-Cinema Quality – Projection Image Measurements.
- НИКФИ. Отчёт НИР по ГК № 08-06/3-1117 от 19.03.08 «Стандартизация, метрология, научно-техническая информация в области кинотехники. Разработка методов и средств контроля при производстве, показе и хранении фильмовых материалов».



СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРИБОР

для контроля яркости и колориметрических характеристик киноэкранов и дисплеев



А.С. Волков, консультант отдела информационных технологий Министерства культуры РФ;
В.Н. Кузьмин, д.т.н., профессор, ООО «НТП «ТКА»

Аннотация

В статье рассмотрены колориметры интегрального и спектрального типа для измерения цветовых и яркостных характеристик средств отображения информации. Приведены их принципиальные оптические схемы. Показаны преимущества и недостатки каждой из них. Предложен новый тип колориметра на основе прозрачной дифракционной решётки, позволяющий измерять характеристики элементарного излучающего объекта монитора и киноэкрана.

Ключевые слова: спектроколориметр, яркость.

Введение

Важным аспектом плёночного и цифрового кинопоказа и ТВ вещания является возможность оценки качества изображения.

Средства отображения визуальной информации должны отвечать определённым требованиям, изложенным в нормативно-технических документах [1,2]. Для обеспечения качества изображения жёстко нормируются такие характеристики, как яркость и координаты цветности в определённых, точно заданных пространственно, точках поверхности киноэкранов и дисплеев. Площадь измеряемой поверхности варьируется от нескольких см² до долей мм² в зависимости от характера решаемых задач.

THE SPECTROPHOTOMETRIC DEVICE FOR CONTROL OF LUMINANCE AND COLORIMETRIC CHARACTERISTICS OF SCREENS AND DISPLAYS

A. Volkov, V. Kuzmin

Abstract

The article examines colorimeters of integrated and spectral type for measurement of color and luminance characteristics of information display facilities. There are mentioned the principal optical charts, their advantages and disadvantages. There is presented a new type of a transparent diffraction grid colorimeter, providing to measure elementary characteristics of an illuminating monitor and cinema screen object.

Keywords: Spectrocolorimeter, Luminance.

На практике измерение этих параметров сводится, в основном, к измерениям яркости и цветовых координат на различных, достаточно больших участках экрана, зная которые настраивают оптическую систему проектора, пока не достигают желаемого значения. Так происходит согласование параметров цифрового проектора и экрана кинозала. Аналогичная ситуация происходит и с дисплеями.

Для правильной настройки изображения дисплеев и киноэкранов, в том числе и при цифровой проекции, необходимо иметь прибор, способный измерять яркость, координаты цвета и цветности в точно заданных точках экрана малой площади. То есть необходима визуализация измеряемого участка цветного изображения. Для

этих целей требуются высокоточные, доступные, малогабаритные измерительные приборы.

Обзор существующих колориметров

Такой вид оптических измерений, как цветовые характеристики самосветящихся источников излучения с визуализацией измеряемого объекта, не обеспечен в нашей стране серийно выпускаемыми колориметрами, соответствующими следующим современным техническим и метрологическим требованиям:

1. Диапазон измерения яркости, кд/м², (1 – 2000) с погрешностью 5%.
2. Минимальный диаметр фотометрируемого участка экрана, мм, не более 0,1.
3. Диапазон измерения координат цветности, $x = (0,1 – 0,7)$, $y = (0,05 – 0,7)$ с погрешностью $\pm 0,015$.

Ведущие мировые производители измерительных приборов, такие как «MINOLTA» (Япония), «KLEIN» (США), «LMT» (Германия) [3, 4], выпускают специальные колориметры для измерения координат цветности, яркости и цветовой температуры источников излучения, соответствующие современным требованиям. Ниже приведены технические характеристики некоторых из них.

Очень интересен, с точки зрения своих функциональных возможностей, прибор CHROMA METERS CS – 100, выпускаемый японской фирмой «MINOLTA». Прибор предназначен для измерения яркости и цветовых характеристик источников излучения, удалённых от наблюдателя на значительное расстояние под углами зрения 2° и 10°. Оптическая схема имеет фокусируемый объектив и зеркально-призменную оборачивающую систему (рис. 1). Цифровой светодиодный дисплей наблюдается через окуляр. Высокие технические (табл. 1) и эксплуатационные характеристики обеспечивают прибору широкую область применения. Он может быть использован для измерения яркости и одновременно координат цветности элементов электронных табло и экранов мониторов. Для работы на близких расстояниях предусматривается применение специальной насадочной оптики.

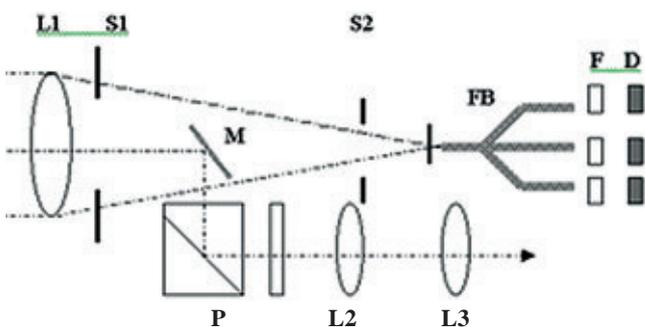


Рис. 1. Оптическая схема CHROMA METERS CS – 100: L1, L2, L3 – линзы объектива и окуляра; S1, S2 – диафрагмы; M – зеркало; P – поворачивающая призма; FB – стекловолоконный разделитель светового потока; F – корректирующие фильтры; D – кремниевые фотодиоды

Табл. 1. Технические характеристики CHROMA METERS CL – 100

Измеряемый параметр	Диапазон	Погрешность измерения
Яркость, кд/м ²	0,01 – 299000	$\pm 0,2\%$
Координаты цветности (x, y)		$\pm 0,05\%$

Спектрорадиометр CS-2000A, выпускаемый также фирмой «MINOLTA», представляет собой прибор для анализа сверхслабых источников света с яркостью до 0,0005 кд/м² и контрастности до 1000000:1. Изменяемый угол измерения позволяет анализировать как весь объект в целом, так и каждый светоизлучающий элемент, например, субпиксель дисплея. Минимальный диаметр зоны измерения 0,1 мм.

Прибор предназначен для высокоточных измерений светодиодов, дисплеев на органических светодиодах, разнообразных светоизлучающих устройств и дисплеев высокого разрешения, соответствующий потребностям и стандартам современного производства.

CS-2000A обеспечивает результаты, соответствующие визуальной оценке человеком, учитывая особенности чувствительности глаза и изменение восприятия цвета в условиях низкой освещённости, что позволяет также использовать прибор в исследовательской медицине, физиологии, различных отраслях науки.

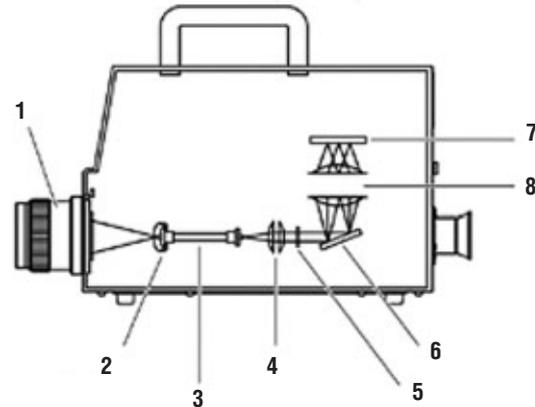


Рис. 2. Оптическая схема Спектрорадиометра CS-2000A: 1 – объектив; 2 – диафрагма; 3 – световод; 4 – коллиматор; 5 – затвор; 6 – дифракционная решётка; 7 – сенсор; 8 – конденсор

Можно заметить, что в обоих приборах для визуализации измеряемого объекта приходится раздваивать падающее на диспергирующее устройство излучение. Это достаточно сложная задача, решение которой приводит к усложнению оптической схемы прибора и, как следствие, к удорожанию устройства.

Причина кроется в том, что использование в приборе локальных скорректированных к заданному виду сенсо-

ров или отражательной дифракционной решётки не даёт возможности по-другому сконструировать устройство визуализации.

Экспериментальная установка

Принято считать, что прозрачная дифракционная решётка представляет собой несовершенный прибор [4], так как она обладает малой светосилой вследствие потери света в нулевом максимуме. Этому недостатка не имеют отражательные дифракционные решётки, концентрирующие большую часть света, падающего на решётку, в один ненулевой максимум. Прозрачные дифракционные решётки в настоящее время полностью вышли из употребления, так как в них излучение должно пройти через решётку и необходимо заботиться о том, чтобы она была прозрачна в рабочей области спектра.

Вместе с тем прозрачная дифракционная решётка обладает свойствами, позволяющими скомпенсировать эти недостатки. Использование такой решётки привлекает, в первую очередь, простотой конструкции устройства визуализации измеряемого изображения и расширением функциональных возможностей измерительного устройства. Прибор становится компактным и лёгким без ухудшения своих метрологических характеристик.

Был собран опытный вариант прибора для измерения колориметрических характеристик и яркости выбранного элемента изображения, оптическая схема которого показана на рис. 3.

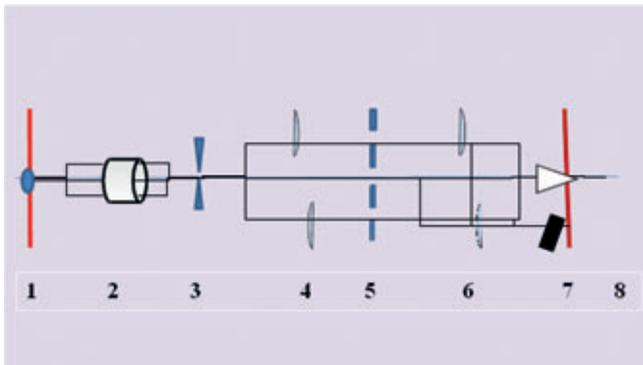


Рис. 3. Оптическая схема спектроколориметра – яркомера:
1 – измеряемый объект; 2 – объектив; 3 – входная щель;
4 – коллиматор; 5 – прозрачная дифракционная решётка;
6 – объектив; 7 – фотодиодная линейка; 8 – устройство визуализации

Работает устройство следующим образом. Щель 3, на которую падает исследуемое излучение 1, сфокусированное объективом 2, находится в фокальной плоскости линзы 4. Эта часть прибора называется коллиматором. Выходящий из линзы параллельный пучок света падает на решётку 5. Вследствие дисперсии свет разных длин волн выходит из решётки под разными углами. В фокальной плоскости линзы 6 фокусируется излучение. В результате в разных местах плоскости возникает изобра-

жение входной щели 3 в свете разных длин волн разных порядков. Для визуализации изображения использовался нулевой порядок и первый порядок для спектрального разложения исследуемого излучения.

В качестве диспергирующего элемента применялась прозрачная дифракционная решётка. Плоская прозрачная дифракционная решётка представляет собой стеклянную полированную пластину, на которую с помощью алмазного реза нанесены при помощи специальной машины параллельные одинаковые штрихи, расположенные на строго одинаковых расстояниях друг от друга. Хорошо известны [3–6] основные формулы для расчёта характеристик прозрачных дифракционных решёток.

Обозначим через d период дифракционной решётки.

$$d = a + b \quad (1)$$

Период решётки связан с числом штрихов на единицу длины следующим соотношением $d = 1/n$:

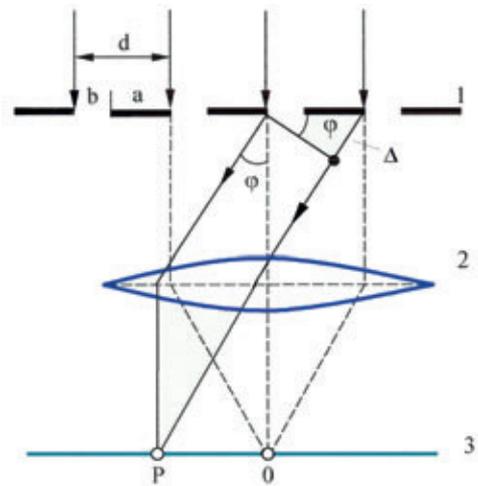


Рис. 4. Ход лучей в дифракционной решётке

На рис. 4 представлен ход лучей через решётку согласно схеме дифракции Фраунгофера, то есть когда на решётку падает плоская волна, а точка наблюдения практически находится на бесконечности.

Распределение интенсивности в дифракционной картине волн на экране зависит от интенсивности волн от каждой щели и от их взаимной интерференции. Разность хода Δ лучей от соседних щелей равна $\Delta = (a + b) \cdot \sin\phi = d \cdot \sin\phi$.

Интенсивность дифрагированного света максимальна для таких углов ϕ_m , для которых волны, приходящие в точку наблюдения от всех щелей решётки, оказываются в фазе, что определяется условием:

$$d \cdot \sin\phi_m = \pm m \cdot \lambda \quad (2)$$

где $(m = 0, 1, 2, \dots)$ порядок дифракционного максимума, λ – длина световой волны. Выражение (2) является условием главных максимумов.

Условие минимума интенсивности света выражается в виде:

$$b \cdot \sin \varphi_m = \pm m \cdot \lambda \quad (3)$$

Точная теория дифракции учитывает как интерференцию волн, приходящих от разных щелей, так и дифракцию от каждой щели. Как показывает расчёт, интенсивность I света, распространяющегося под углом φ к нормали, равна:

$$I = I_1(\varphi) \frac{\sin^2 [N \cdot (kd \cdot \sin \varphi) / 2]}{\sin^2 [(kd \cdot \sin \varphi) / 2]} \quad (4)$$

где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ волновое число, N – общее число штрихов решётки, а множитель $I_1(\varphi)$ – описывает дифракцию волн, испускаемых одним периодом решётки в направлении φ .

Анализ выражения (4) показывает, что при большом числе щелей N свет, прошедший через решётку, распространяется по ряду резко ограниченных направлений, определяемых соотношением (2). Зависимость интенсивности света от угла наблюдения представлена на рис. 4. Как следует из (2), углы, при которых наблюдаются световые максимумы, зависят от длины волны λ . Дифракционная решётка представляет собой, таким образом, спектральный прибор.

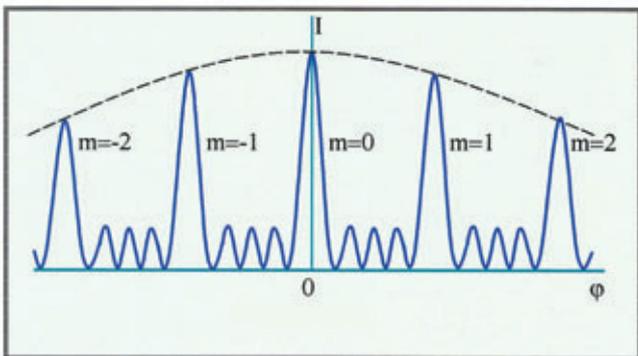


Рис. 5. Порядки спектров

Если на дифракционную решётку падает свет сложного спектрального состава, то после решётки образуется спектр, причём фиолетовые лучи отклоняются решёткой меньше, чем красные. Входящая в (2) величина m носит название порядка спектра. При $m = 0$ максимумы интенсивности для всех длин волн располагаются при $\varphi = 0$ и накладываются друг на друга.

При освещении белым светом нулевой максимум, в отличие от всех прочих, оказывается неокрашенным. Спектры первого, второго и т.д. порядков располагаются симметрично по обе стороны от нулевого максимума.

Рассмотрим основные характеристики дифракционной решётки.

Угловая дисперсия. Дисперсия D характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

$$D = d\varphi / d\lambda \quad (5)$$

Дифференцируя обе части соотношения (2), получим:

$$d \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi = m \cdot d\lambda \quad (6)$$

Следовательно: $D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cdot \cos \varphi} \quad (7)$

Дисперсия возрастает с увеличением порядка спектра. На опыте дисперсию определяют путём измерения углового расстояния $\Delta\varphi$ между двумя близкими спектральными линиями с известной разностью длин волн $\Delta\lambda$ (например, между жёлтыми линиями ртути).

Разрешающая способность дифракционной решётки.

Пусть в спектре m -ого порядка наблюдаются две близкие спектральные линии с длинами волн λ и $\lambda + \delta\lambda$. Угловое расстояние $\delta\varphi$ между этими линиями, согласно (6), равно:

$$\delta\varphi = \frac{m \cdot d\lambda}{d \cdot \cos \varphi} \quad (8)$$

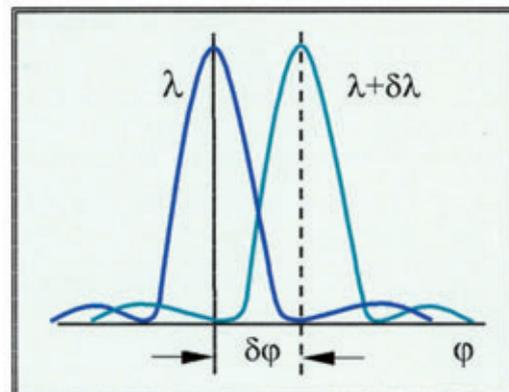


Рис. 6. Критерий Релея

В соответствии с критерием Релея, согласно которому две близкие спектральные линии считаются ещё разрешёнными (раздельно определяемыми), если максимум (середина) одной из них совпадает с минимумом (краем) соседней (рис. 6). Как следует из (4), при переходе из максимума в минимум величина $N \frac{kd \cdot \sin \varphi}{2}$ изменяется на π так, что

$$\frac{Nkd}{2} [\sin(\varphi + \Delta\varphi) - \sin(\varphi)] = \pi, \quad (9)$$

где $\Delta\varphi$ – угловая полуширина главного максимума. Принимая во внимание малость $\Delta\varphi$, получим из (9):

$$\Delta\varphi = \frac{\lambda}{dN \cdot \cos(\varphi)}. \quad (10)$$

Приравнявая $\delta\varphi$ и $\Delta\varphi$ для случая предельного разрешения, найдём величину R – разрешающую способность дифракционной решётки:

$$R = \lambda / \delta\lambda = mN \quad (11)$$

Спектральный интервал $\delta\lambda$, входящий в соотношение (11), характеризует минимальное расстояние между двумя спектральными линиями, которые ещё могут быть разрешены при помощи данной дифракционной решётки.

Заключение

Практические результаты измерений источников оптического излучения с помощью опытного спектрофотометрического прибора для контроля яркости и колориметрических характеристик киноэкранов и дисплеев с системой точного наведения на элементарный излучающий объект представлены на рис. 7, 8.

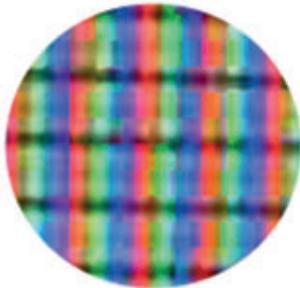


Рис. 7. Участок светящейся поверхности дисплея, наблюдаемый с помощью прибора при убранной входной щели

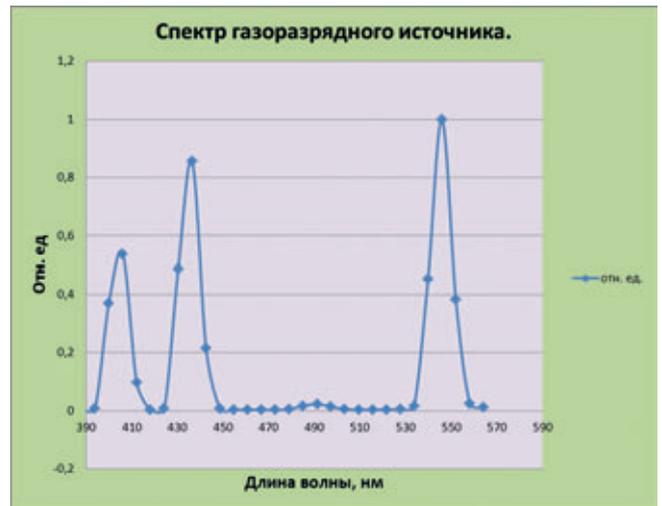


Рис. 8. Спектральный состав излучения газоразрядного источника, измеренный с помощью прибора

Результаты измерений источников оптического излучения с помощью устройства, собранного по схеме спектроколориметра-яркомера (рис. 3) и рассчитанного по формулам 1 – 11, показали следующее:

1. Диапазон измерения яркости, кд/м^2 , (1 – 2000) с погрешностью 5%.
2. Минимальный диаметр фотометрируемого участка экрана, мм, – не более 0,05.
3. Диапазон измерения координат цветности: $x = (0,1 - 0,7)$, $y = (0,05 - 0,7)$ с погрешностью $\pm 0,005$.
4. Метрологические характеристики прибора соответствуют современным техническим требованиям.
5. Реализация спектрального прибора на прозрачной дифракционной решётке существенно упрощает конструкцию визуализации измеряемого объекта и, как следствие, удешевляет прибор в целом.
6. Использование прозрачной дифракционной решётки имеет перспективу, особенно в приборах для оперативного контроля качества изображения в кинотеатрах. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р-51503-99 Приборы для измерения светотехнических характеристик средств отображения информации. Типы, основные параметры, общие технические требования.
2. ОСТ 19-238-01 Кинотеатры и видеозалы. Категории. Технические требования. Методы контроля и оценки.
3. <http://www.konicaminolta.com/>
4. <http://www.konicaminolta.p-d-o.ru>
5. Тарасов К.И. Спектральные приборы. Машиностроение, Л., 1974.
6. Лейсахсон И.В. Оптика спектральных приборов. Машиностроение, Л., 1975.
7. Савельев В.И. Курс общей физики. Книга 4. Волны. Оптика. М.: Наука, с. 378–413, 2003.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. М.: Наука, т. 4, Оптика, с. 262–396, 2002.



ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ОТБЕЛИВАТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ ПОКРЫВНОЙ КОМПОЗИЦИИ БУМАГ для струйной печати цифровых изображений

В.В. Ильина, инженер-химик, И.Г. Чезлов, д.т.н., профессор, С.С. Мнацаканов, д.т.н., профессор, СПбГУКиТ; И.И. Рийк, техн. директор «Photo Raabe»



Аннотация

Данная статья посвящена изучению составов покрывных композиций бумаг для струйной печати цифровых изображений и влиянию некоторых компонентов этих композиций на эксплуатационные свойства бумаг.

Ключевые слова: струйная печать, цифровые изображения, покрывная композиция, оптический отбеливатель

В связи с активным распространением в последнее время как любительских, так и профессиональных цифровых фотоаппаратов, позволяющих благодаря большой разрешающей способности матрицы получать фотографии отличного качества, многие сталкиваются с вопросом выбора недорогой и качественной бумаги для печати изображения с цифровой фототехники.

По сути, бумага для печати фотографий разделяется на два принципиально различных типа:

- светочувствительная фотобумага, покрытая специальной эмульсией, используемая для получения фотографий светохимическим методом;

- нечувствительная бумага фотографического качества, которая применяется только для печати цифровых фотографий.

В зависимости от того, что именно необходимо напечатать, применяют различные типы бумаги для печати фотографий, отличающиеся покрытием поверхности и плотностью.

К бумагам для цифровой струйной печати предъявляются жёсткие требования, поскольку печать осуществляется, в основном, красками на водной основе, и бумага должна обеспечивать их быстрое высыхание, во-первых,

V. Il'ina, I. Rijk, I. Chezlov, S. Mnatsakanov

Abstract

Given article is devoted studying of structures integument compositions of papers for an ink jet printing of digital images, and to influence of some components these compositions on operational properties of papers.

Keywords: Ink jet printing, digital images, integument composition, an optical bleach

и в то же время – высокое разрешение и оптическую плотность изображения, во-вторых, и то и другое одновременно труднодостижимо.

Чаще всего бумаги, предназначенные для печати изображения с цифровой фототехники, покрывают специальными слоями различного композиционного состава, в зависимости от характеристик струйной печати.

Получение полноцветных изображений методом струйной печати с полной заливкой площади листа требует также определённых свойств бумаг-носителей, главное из которых – на поверхности необходима прочная фиксация красителя чернил материалом покрывного слоя без его деформирования. Подобные требования обусловлены тем, что для струйной печати используются чернила либо на основе водных растворов красителей, либо на основе дисперсий красителей в подходящей для этого жидкости [1]. Отсутствие фиксации красителя чернил на поверхности приводит к снижению оптической плотности изображения, а недостаточно быстрое впитывание жидкой фазы чернил – к смешению цветов, снижению резкости границ изображения при печати линий и мелких деталей, получению размытого и нечёткого изображения. Не менее важными являются требования к бумагам по каче-

ственной цветопередаче, которая определяется оптическими свойствами бумаги (оптической плотностью бумаги по чёрному, по жёлтому и по голубому).

Бумага для струйной печати состоит из следующих основных компонентов:

- основа, или подложка – она формирует структуру бумаги, определяет её толщину, вес и прочность;
- клей – он вводится внутрь основы или наносится на поверхность, чтобы связать или стянуть волокна;
- покрытие – оно предназначено для лучшего восприятия чернил и формирования изображения.

На рис. 1 представлен процесс растекания чернил на двух типах бумаги: с покрытием и без покрытия.



Рис. 1. Схема восприятия чернил бумагами различного типа

Процесс нанесения покрытия может осуществляться как в бумагоделательной машине, так и вне её.

Покрывная композиция обычно представляет собой суспензию модифицированного аморфного диоксида кремния с карбонатом кальция или каолина в жидких синтетических смолах [2] или в смеси водных дисперсий полимеров с водорастворимым полимером – чаще всего, поливиниловым спиртом, или смеси поливинилового спирта с поливинилпирролидоном и с другими водорастворимыми полимерами в разных соотношениях [3]. Аморфный диоксид кремния добавляется в композицию в качестве пигмента. Другие наполнители, например каолин, вводятся для получения гладкого, мягкого и гибкого покрытия, легко воспринимающего краситель; карбонат кальция, обладающий твёрдостью, вводится для уменьшения истираемости краски с отпечатанных листов. Часто кроме вышеперечисленных добавок, в композицию вводится пластификатор, в случае использования поливинилового спирта в композицию добавляют глицерин, придающий покрывному слою большую эластичность. Для равномерного нанесения покрытия в композицию вводится смачивающий агент на основе полигликолей. Придание бумагам интенсивно белого цвета, дающего максимальную яркость цветового изображения, обеспечивается введением оптических отбеливателей.

Оптические отбеливатели – это бесцветные или слабоокрашенные органические соединения, не обладающие или обладающие в незначительной степени флуо-

ресцентными свойствами. Оптические отбеливатели относятся к ароматическим и гетероциклическим соединениям с развитой системой сопряжённых двойных связей. Большая часть оптических отбеливателей принадлежит к производным стильбена, бензоксазола и триазины.

Свой потенциал оптические отбеливатели раскрывают при взаимодействии с полимерами-«носителями», за счёт жёсткой фиксации молекул оптического отбеливателя по местам водородных связей с молекулами полимера.

Молекула оптического отбеливателя способна поглощать ультрафиолетовые лучи в области 300–400 нм и в отсутствие безызлучательной дезактивации флуоресцировать в области 370–470 нм, то есть преобразовывать ультрафиолет в синий свет, который компенсирует недостаток синих лучей в отражаемом материалом свете – так называемое «синее свечение» (рис. 2).

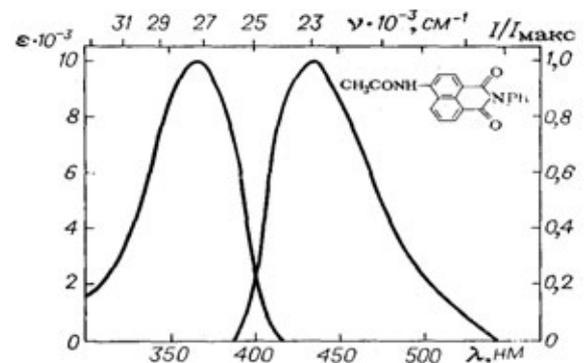


Рис. 2. Пример зеркальной симметрии полос поглощения и флуоресценции

Безызлучательная дезактивация происходит в отсутствие жёсткой фиксации молекул, когда полученная энергия расходуется на механическое вращение самой молекулы.

В составе покрывной композиции фотобумаги оптический отбеливатель, связанный с полимером-«носителем» (целлюлоза, поливиниловые спирты различной степени омыления), проявляет люминесцентные свойства, что придает бумагам с покрытием необычайную яркость и белизну, степень которой может меняться в зависимости от количества введённого отбеливателя.

Спектрофотометрическая характеристика бумаг с покрытиями на основе поливинилового спирта со значительным содержанием остаточных ацетатных групп с добавкой оптического отбеливателя в различных концентрациях приведена на рис. 3.

Для оптических отбеливателей существует оптимальная концентрация, превышение которой приводит к ослаблению или даже полному подавлению флуоресценции – то есть существует концентрационный предел, после которого начинается падение белизны.

Одновременно те же процессы, из-за которых происходит повышение белизны, влияют и на повышение вязкости системы вследствие образования большого количества водородных связей.

Этот эффект был экспериментально подтверждён нами в пяти различных системах, а именно: с поливиниловыми спиртами различной степени омыления, карбоксиметилцеллюлозой, гидроксиэтилцеллюлозой и смесями грубой дисперсии поливинилацетата с поливиниловым спиртом со значительным содержанием остаточных ацетатных групп. Реологические характеристики систем, содержащих различное количество оптического отбеливателя, приведены на рис. 4–6.

Из реологических кривых рис. 4 и 5 видно, что макромолекулы поливинилового спирта – свёрнутые клубки с большим количеством внутри и межмолекулярных водородных связей – при увеличении сдвиговых напряжений способны разворачиваться и распрямляться. Свёрнутые агрегаты – глобулы – «раскрывают» под воздействием тангенциальных сил свои внутримолекулярные и агрегатные водородные связи, и «освобождённые» гидроксильные группы вытянутых фрагментов молекул образуют удлинённые комплексы с молекулами оптических отбеливателей, и сами по себе (без оптических отбеливателей) усиливают взаимодействие перемещающихся, перетекающих агрегатов. Именно это взаимодействие при распрямлении макромолекул и определяет природу повышения вязкости поливинилового спирта на начальных участках реологических кривых его растворов. Немаловажным фактором в пользу приведённых объяснений является и значительная величина начальных сдвиговых напряжений. Раствор поливинилового спирта, таким образом, проявляет дилатантность.

На реологических кривых отчётливо видно, что в определённых интервалах значений сдвиговых напряжений смеси проявляют свойства псевдопластической жидкости.

В отличие от поливинилового спирта, эфиры целлюлозы обладают высокой жёсткостью, и изначально представляют собой развёрнутую макромолекулу. Вследствие этого процессы, протекающие с поливиниловым спиртом при высокой скорости сдвига, им просто чужды. Молекулы ведут себя как псевдопластические жидкости (рис. 5).

Выводы

Введение оптического отбеливателя в состав покрывных композиций бумаг для струйной печати цифровых изображений улучшает их оптические свойства.

Применение полимеров-носителей оптических отбеливателей влияет на реологические параметры покрывной композиции, поэтому требует коррекции става композиции по количеству связующего. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. pbm.onego.ru/rus/goods/processing_line
2. Аким Э.Л. Обработка бумаги (Основы химической и технологической обработки и переработки бумаги и картона). – М.: Лесная промышленность, 1989.
3. Патент RU № 2304650. Россия, МПК D 21 N 19/00 (2006.01). Федерал. гос. унитар. предприятие Гознак: Трачук А.В., Павлов Ю.В., Натеткова Г.Я., Артемов В.В., Андрианов Д.Н., Тихонов А.В. Оpubл. 20.08.2007. Рус.

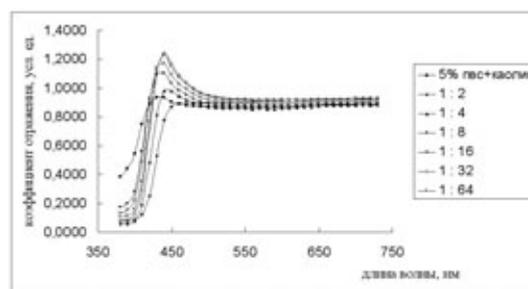


Рис. 3. Спектрофотометрическая характеристика поливинилового спирта со значительным содержанием остаточных ацетатных групп с различными концентрациями оптического отбеливателя

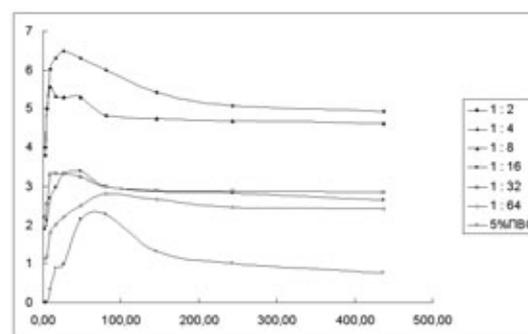


Рис. 4. Реологическая характеристика композиции поливинилового спирта со значительным содержанием остаточных ацетатных групп с различным содержанием оптического отбеливателя

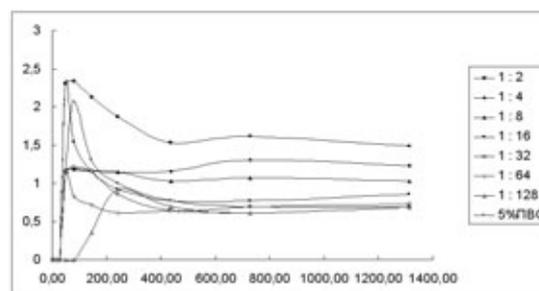


Рис. 5. Реологическая характеристика композиции поливинилового спирта с незначительным содержанием остаточных ацетатных групп с различным содержанием оптического отбеливателя

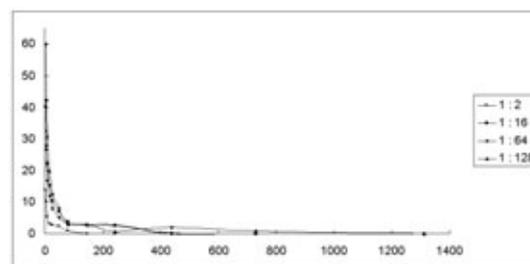


Рис. 6. Реологическая характеристика композиции гидроксиэтилцеллюлозы с различным содержанием оптического отбеливателя (зависимость логарифма вязкости от логарифма напряжений сдвига)



ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОГО СОСТАВА ЖЕЛАТИН на фотографические свойства светочувствительных материалов

А.С. Михайлов, к.т.н., М.А. Сакварелидзе, д.х.н.,
В.И. Шелейковская, студентка 6-го курса,
Московский киноинститут (филиал СПбГУКиТ)

Аннотация

В статье рассматривается зависимость фотографических свойств светочувствительных материалов от молекулярно-массового состава желатин (ММС). Показана зависимость скорости химической сенсibilизации, достижения максимума фотографических показателей, а также физико-механических свойств фотослоёв от ММС желатин. Улучшение свойств плёночных материалов возможно путём подбора желатин с определённым молекулярно-массовым составом или смешением различных партий.

Ключевые слова: желатина, молекулярно-массовый состав, фотографические свойства, химическая сенсibilизация

INFLUENCE OF MOLECULAR WEIGHT COMPOSITION OF GELATIN TO PHOTOGRAPHIC PROPERTIES OF LIGHT SENSITIVE MATERIALS

A. Mikhailov M. Sakvarelidze, V. Sheleykovskaya

Abstract

In the article observe dependence of the photographic properties of light-sensitive materials from molecular weight composition of gelatin (MWC). Demonstrated dependence of chemical sensitization rate, attaining of maximum photographic performance, as well as physico-mechanical properties of the photographic emulsion layers from molecular weight composition (MWC) of gelatins. Improving the properties of film materials is possible by selecting a specific gelatin molecular weight composition or mixing of different parties.

Keywords: gelatin, molecular weight composition, photographic properties, chemical sensitization.

Анализ фракционного состава фотографических желатин

Нефракционированная желатина содержит смесь α -, β -, γ -цепей и их фрагментов: α -цепи представляют собой не разрушенные полипептидные цепи коллагена, β -, γ -цепи, соответственно, – необратимо сшитые двойные и тройные образования α -цепей. Таким образом, желатина представляет собой сложный набор разнообразных полипептидных цепей, которые нельзя рассматривать полимергомологами. В связи с этим предложено для характеристики желатин использовать их молекулярно-массовый состав (ММС).

ММС желатины обуславливает не только её физико-химические и коллоидно-химические свойства, но также и её реакционную способность. Это обусловлено различной реакционной способностью α -, β - и γ -фракции желатины, соотношение которых и формирует её реакционную способность.

В данной работе изучено влияние ММС желатин различных марок на фотографические и физико-механические характеристики светочувствительных слоёв. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) исследован ММС трёх образцов желатин, различающихся по сырью и технологии производства.

Данные, характеризующие состав всех исследованных с помощью ВЭЖХ желатин, представлены в таблице 1. В качестве образца на рисунке 1 показана хроматограмма желатины (образец 1).

Исследованные желатины (образцы 1, 2) содержат фракции с молекулярной массой более γ . Наибольшее содержание этих компонентов выявлено у кожевенной желатины, образец 1 (23%).

Щелочные костные желатины содержат до 60% α -цепей и 30% β -, γ - и высокомолекулярных компонентов (образец 1). Таким образом, обогащение желатин α -фракциями, а также введение в них фрагментов α -це-

Табл. 1. Фракционный состав желатин

Номер образца	Характеристика желатины	> γ >285kD [%]	γ 285kD [%]	β 190kD [%]	α 95kD [%]	< α <95kD [%]
1	Кожевенная, инертная. Казань	6	17	19	45	13
2	Костная, для цветных негативных материалов. Бельгия	3	15	15	53	14
3	Костная, щелочная. Казань	-	-	-	61,2	38,81
4 (К)	Контрольная. Щелочная инертная. Казань	Данных нет				

пей, по-видимому, должно придавать желатинам свойства, необходимые для создания высокочувствительных фотоматериалов или цветных негативных материалов.

Наиболее полидисперсными являются образцы 1 и 2. Именно поэтому такие желатины характеризуются обратимым переходом спираль \leftrightarrow клубок в интервале температур 25–50°C, что и предопределяет температурную зависимость характеристической вязкости разбавленных водных растворов этих желатин, выражающейся в сильном увеличении вязкости при понижении температуры [1].

Желатина костная, щелочная (образец 3) характеризуется самым высоким содержанием фрагментов α -цепей. Высокое содержание фрагментов α -цепей вызывает смещение конфигурационно-конформационного равновесия типа спираль \leftrightarrow клубок в сторону клубка. Это находит своё отражение в том, что характеристическая вязкость разбавленных водных растворов таких желатин в интервале температур 25–50°C практически не изменяется. Фрагменты α -цепей существенно влияют на процессы кристаллизации галогенидов серебра, а также на процессы гелеобразования (студенения) и дубления [2].

Влияние ММС желатин на фотографические и физико-механические показатели светочувствительных слоёв

Нами были исследованы фотографические материалы, содержащие образцы желатин (табл. 1), различающиеся по сырью и технологии производства. В качестве контрольных использовались образцы, содержащие желатину, промышленно применяемую при изготовлении серийных фотоматериалов (образец К, табл. 1).

Были синтезированы фотографические эмульсии, содержащие желатины с различным ММС. Пробы эмульсии при проведении кинетики химической сенсibilизации отбирали в количестве 1 мл, смешивали с 4 мл 7% раствора желатины и поливали на стеклянные подслоированные пластинки фотоматериалов размером 9x12 см.

Также изготовлены образцы фотоплёнки: эмульсию поливали на бесцветную триацетатцеллюлозную основу, имеющую с одной стороны подслои, а с другой стороны – желатиновый контрольный слой. Полив проводили на лабораторной поливной машине кюветного типа при затемнённом жёлто-зелёном фоне в два приёма: сначала

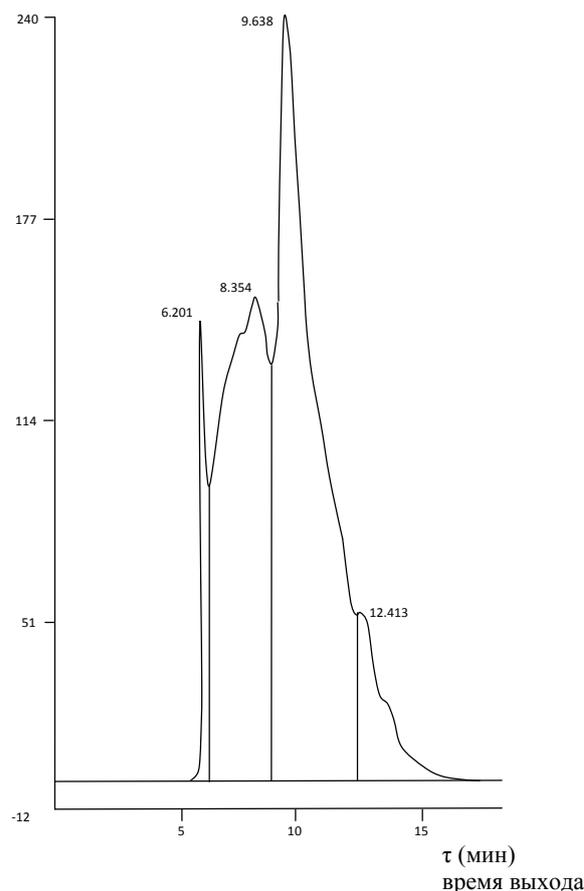


Рис. 1. Молекулярно-массовый состав желатины (образца №1) по данным ВЭЖХ

ла наносили эмульсионный слой, а затем на него, после студенения, защитный слой, который также студенили. Политые образцы сушили током в полной темноте.

Исследования образцов проводили как по фотографическим свойствам (светочувствительность, коэффициент контрастности, оптическая плотность вуали), так и по физико-механическим показателям: температура деформации, температура плавления, время выдерживания в кипящем щелочно-сульфитном растворе. Все исследования были проведены через 7 суток после полива образцов.

Результаты изменения фотографических характеристик образцов, содержащих исследуемые желатины (образцы 1,2,3,4), представлены на рис. 2.

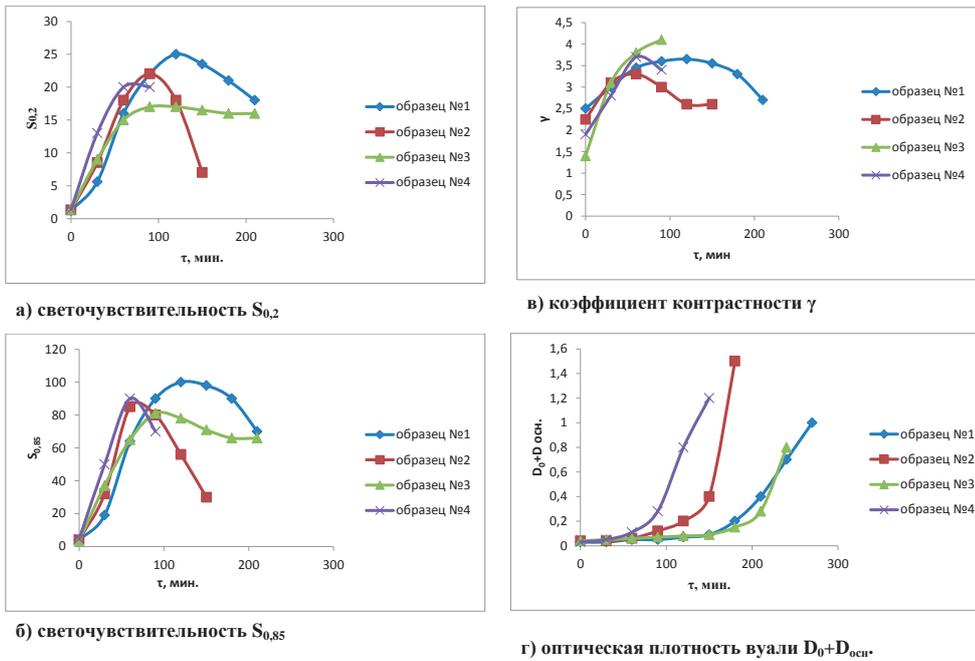


Рис. 2. Изменения светочувствительности $S_{0,2}$, $S_{0,85}$, коэффициента контрастности γ и оптической плотности вуали $D_0 + D_{0,05}$ во времени в зависимости от ММС желатин, содержащихся в образцах фотослоёв

Табл. 2. Изменения температуры деформации и плавления эмульсионного слоя, а также времени выдерживания в щелочно-сульфитном растворе в зависимости от ММС желатин, содержащихся в образцах

№ образца	t деформации, °C	t плавления, °C	Время выдерживания в щелочно-сульфитном растворе, сек
1	39	43	10.9
2	43	48	10.2
3	33	36	8.4
К	36	37	11.6

Из приведённых данных видно, что наибольшие значения светочувствительности ($S_{0,2}$, $S_{0,85}$) показали образцы фотографических материалов, содержащие желатины, характеризующиеся полидисперсностью (образцы 1,2). Образцы, содержащие желатину с высоким содержанием α -цепей и фрагментов α -цепей (образец 3), характеризуются более высокими значениями коэффициента контрастности (γ) и наименьшей оптической плотностью вуали (D_0). Причём значения D_0 при продолжительности химической сенсibilизации от 0 до 200 минут (около 3 часов) практически не менялись. Максимальная светочувствительность с этим образцом желатины составляет 81 (по $S_{0,85}$) и 17 (по $S_{0,2}$).

В то же время светочувствительный слой, содержащий образец желатины №2, характеризуется более высокой скоростью химической сенсibilизации. Максимум фотографических показателей достигается при продолжительности сенсibilизации 60 минут. Также следует отметить более низкое значение коэффициен-

та контрастности на протяжении всего процесса химической сенсibilизации.

Исследования физико-механических характеристик фотографических материалов (табл. 2) показали невысокие значения температуры деформации и температуры плавления. Наибольшие значения у образцов 1 и 2 с содержанием фракций γ и $> \gamma$ в желатинах от 18 до 23 %.

Продолжительность выдерживания в кипящем щелочно-сульфитном растворе образцов 1 и 4 составила 10,9 и 11,6 сек., соответственно, что превышает аналогичные показатели для других образцов (табл. 2). Низкие физико-механические показатели для образца 3 показали, что фрагменты α -цепей заметно влияют на процессы гелеобразования (студенения) и дубления.

Выводы

Таким образом, важную роль в формировании фотографических и физико-механических

свойств фотографических материалов играет природа желатины, а именно молекулярно-массовый состав, в значительной степени зависящий от технологии производства. Улучшение эксплуатационных свойств фотографических материалов возможно путём подбора желатин с определённым молекулярно-массовым составом или смешением различных партий. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский А.Н., Мнацаканов С.С., Белоусова И.А., Николаев Б.П., Шляков А.М. Гидродинамическое поведение желатин в водных растворах вблизи порога гелеобразования. Коллоидный журнал, Т. 56, №4, 1994.
2. Измайлова В.Н., Деркач С.Р., Сакварелидзе М.А., Левачев С.М., Ямпольская Г.П. Гелеобразование в желатине и многокомпонентных системах на её основе. Высокомолекулярные соединения, серия С, с. 6, 2003.



ЦИФРОВАЯ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНАЯ ГОЛОГРАФИЯ для музеев

■ Рамунас Баканас,
Станисловас Захаровас,
ЗАО «Геола Дигитал»,
LT-03227, Вильнюс,
Литва ■



(8-ая Международная научно-практическая конференция «ГОЛОЭКСПО-2011»
«Голография. Наука и практика» 29 сентября–01 октября 2011, г. Минск, Республика Беларусь)

■ Современные тенденции музейного дела

В конце XX века, с развитием мультимедиа технологий, специалисты музейного дела начали отмечать следующие недостатки обычной практики экспонирования артефактов в музейных залах [1]:

1. Экспонаты в музеях, предпочтительно, должны являться оригиналами, однако некоторые артефакты являются либо слишком большими для музейных залов, либо просто не могут быть экспонируемы из-за специфических условий, необходимых для их сохранности. В результате этого большинство из хранящихся в музеях артефактов недоступно посетителям.

2. Условия для экспонирования различных артефактов иногда сильно отличаются, что влечёт за собой удорожание экспозиционных стендов, а также требует больших затрат на содержание самих музейных залов.

3. Люди, желающие увидеть какой-либо артефакт, обязаны посетить именно тот музей, в котором он хранится. При этом артефакт может быть осматриваем либо непосредственно в том месте, где он был обнаружен, либо на стенде музея. Кроме этого, артефакт при перемещении может быть попросту разрушен.

4. Артефакты, экспонируемые в музеях, являются пассивными – посетитель может их осматривать, но не может с ними взаимодействовать. Несмотря на то, что артефакт может быть исследован внутри – информация о том, что находится внутри артефакта, может быть представлена лишь путём показа 2D фотографий или мультимедиа.

В связи с вышесказанным возникает вопрос об основном предназначении музея – это лишь место хранения и показа артефактов, или цель музейной экспозиции также развивать воображение посетителей путём их активного взаимодействия с экспонатами? Постепенно, всё большее распространение получают интерактивные экспозиции артефактов, где наряду с артефактами используются различные мультимедиа эффекты (звук, видеопроекция), позволяющие полнее раскрыть природу артефактов и позволяющие посетителю некоторым образом взаимодействовать с музейными экспонатами.

Поистине революционным способом представления артефакта стала голография. Средствами обычной аналоговой голографии Денисюка стало возможным донести до музейных залов те артефакты, которые обычно никогда не выносились из запасников музеев. Перевозные выставки голограмм артефактов позволили увидеть их большему количеству людей, чем музеи, в которых находились артефакты, могли бы вместить. Стереogramмы позволили привнести в обычный показ артефактов элемент интерактивности и возможность показа не только самих артефактов, но и «живые» объёмные сцены, рассказывающие об их применении.

Цифровая голография для музеев

Классические методы голографического отображения артефактов позволяли либо отображать артефакты «как есть», либо, в случае стереogramм, изображать предметы лишь в одном цвете. Исключения составляют пропу-

скающие стереограммы, позволяющие обеспечить правильную цветопередачу в очень узком вертикальном угле обзора.

В 1998–1999 гг. независимо и почти одновременно компаниями Geola (Литва) и Zebra Imaging (США) был разработан метод цветной цифровой голографической печати, позволяющий обойти ограничения, накладываемые классической голографией. Метод заключается в поточечной экспозиции фотоматериалов для получения голографического изображения, при этом информация об изображаемом объекте попиксельно комбинируется из серии цифровых компьютерных изображений, содержащих информацию об изображаемой сцене [2].

При изготовлении голограмм этим методом поверхность фотоматериала покрывается точечными голограммами, каждая из которых содержит пиксели, взятые из 2D изображений трёхмерной сцены, снятых под различными углами обзора. Каждая из упомянутых точечных голограмм, по сути, является голографическим оптическим элементом. Этот ГОЭ, при освещении цифровой голограммы, посылает изображение пикселя 2D изображения на тот же угол, который был использован для съёмки этого 2D изображения. Таким образом, ансамбль голографических пикселей (ГОЭ) восстанавливает в различные углы обзора именно те 2D изображения трёхмерной сцены, которые и были сняты под этими углами. Запись вышеупомянутых ГОЭ ведётся лазером, выдающим три длины волн (RGB), соответственно, 2D изображения трёхмерной сцены восстанавливаются в натуральных цветах. Глаза человека, находящегося напротив такого освещённого ансамбля голографических пикселей, одновременно видят два 2D изображения, и его мозг воспринимает видимое, как трёхмерную сцену. Поскольку при цифровой голографической печати используется ряд, содержащий от 600 до 1200 2D изображений (а в случае полнопараллаксной цифровой голограммы – от 600x600 до 1200x1200 изображений) – при перемещении головы наблюдателя перед цифровой голограммой не наблюдается «перещёлкиваний» видимой 3D сцены, столь характерных для работающих по похожему принципу лентичулярных дисплеев. Последние способны «по-

казывать» в различные углы обзора не более 32 2D изображений.

Сравнение основных параметров цифровых голограмм с параметрами голограмм, записанных аналоговым способом путём переноса изображения H1-H1 классическими стереограммами и голограммами, записанными методом Денисюка, приведено в таблице 1.

Таким образом, цифровая голография позволяет показывать посетителям обычно недоступные артефакты в цвете и движении. Появляется возможность масштабирования и виртуальной реконструкции (деструкции) артефакта без его физического разрушения/деформирования. Поскольку при цифровой голографической печати процесс съёмки объекта обычно географически отделён от процесса печати, появляется уникальная возможность показа любых объектов в их натуральном окружении – это и показ животных, обычно не живущих в неволе, и показ таких артефактов, как наскальная живопись, и показ различных архитектурных объектов. Последнее позволяет с минимальными затратами представить памятники архитектуры в натуральном окружении с точностью, намного превышающей возможности макетов.

Технология записи цифровых голограмм

Принцип действия голографического принтера основан на комбинировании пикселей из нескольких сотен двумерных изображений трёхмерной сцены в ансамбль голопикселей и последующей поточечной экспозиции этого ансамбля на фоточувствительный материал. Для получения одного голопикселя используются все пиксели двумерных изображений сцены, имеющие те же координаты. Эти пиксели высвечиваются на ЖК(LCD) или ЖКНК (LCOS) панель, которая освещается параллельным пучком лазерного излучения, его модулируя. При печати цифровых голограмм с одним (горизонтальным) параллаксом, при формировании голопикселя для ЖК или ЖКНК панели пиксели размножаются в вертикальном направлении; при печати голограмм с полным параллаксом – обычно заполняют всё окно панели ЖК (рис. 1).

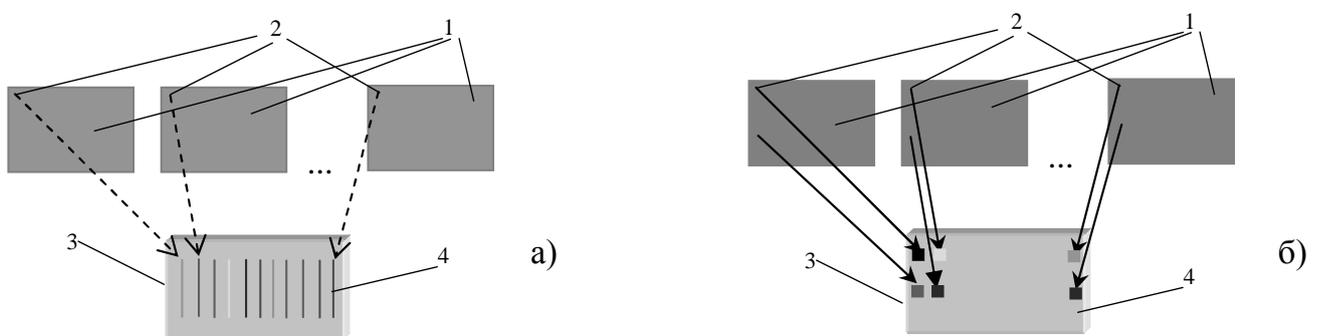


Рис. 1. Формирование изображения голопикселя на ЖК дисплее: а) – для цифровой голограммы с одним (горизонтальным) параллаксом; б) – для цифровой голограммы с полным параллаксом. 1- двумерные изображения трёхмерной сцены; 2 - пиксели, имеющие одинаковые координаты; 3 - ЖК дисплей; 4 - высвечиваемое изображение

Табл. 1

Параметр	Изобразительные голограммы, записанные с переносом изображения H1-H1	Изобразительные голограммы, записанные методом Денисюка	Изобразительные цифровые голограммы-стереограммы	Изобразительные цифровые голограммы по технологии Geola-Zebra Imaging
Технология изготовления	Одновременное экспонирование всей поверхности голограммы			Поточное экспонирование всей поверхности голограммы
Максимальный размер отображаемой сцены	До 1x0,8м	До 40x60см	Не ограничен	
Отображаемые объекты	Только реально существующие		Реально существующие и виртуальные объекты	
Использование цифровых технологий	Задний фон, созданный с использованием компьютерных технологий		Возможность отображения комбинации движущихся виртуальных объектов с движущимися реальными объектами	
Отображение движения	Невозможно		До нескольких секунд (различные позиции объекта наблюдаемы с различных углов обзора)	
Место записи изображения	Обычно только студия		В любом месте	
Масштабирование	До 1:1,2 (обычно уменьшение)	Невозможно	Не ограничено (уменьшение и увеличение изображения в любом масштабе)	
Цвет	Монохромный для отражательных голограмм, радужный или полный, ограниченный по углу обзора – для пропускающих	Полный цвет	Монохромный для отражательных голограмм, радужный или полный, ограниченный по углу обзора – для пропускающих	Полный цвет для отражательных голограмм, радужный или полный, ограниченный по углу обзора – для пропускающих
Параллакс	Полный, либо только в одном направлении	Только полный	Полный Либо только в одном направлении	
Размер голограммы	До 1x1,2м	До 40x60см	До 1x1,5м	
Освещение	Один источник света для полно-параллаксных голограмм, несколько вертикально расположенных источников для голограмм с одним параллаксом	Один источник света	Один источник света для полно-параллаксных голограмм, несколько вертикально расположенных источников для голограмм с одним параллаксом	
Обычный угол обзора, градусы	По вертикали 34, по горизонтали 53	~90	По вертикали 34, по горизонтали 53	До ~75

Количество использованных пикселей ЖК определяет количество ракурсов цифровой голограммы. Промодулированное ЖК излучение лазера затем фокусируется объективом, имеющим большую входную апертуру и перетяжку лучей вне физических габаритов объектива (рис. 2).

При взаимодействии промодулированного таким образом пучка лазерного излучения с опорным пучком, в фоточувствительном слое фотоматериала, помещённого вблизи перетяжки объектива, записывается голограмма всех пикселей ЖК – голопиксель. В записанном таким образом голопикселе содержится информация как об интенсивности пикселей ЖК дисплея, так и об угле, под которым пиксель данной интенсивности был «виден» го-

лопикселем при его записи – т.е. информация об угловом распределении интенсивности света – рис. 3.

Вся поверхность цифровой голограммы последовательно покрывается такими голопикселями, стараясь сделать промежутки между ними наименьшими. Для этого обычно передвигают фотоматериал по двум направлениям, перпендикулярным оси объектива – рис. 4.

Поскольку лучи объектного пучка, несущие информацию о пикселях различной интенсивности, падают на фотоматериал под разными углами – рассматривая голопиксель под разными углами, будет видна некая светящаяся точка пространства. Интенсивность свечения этой точки будет разной, под различными углами обзора – её интен-

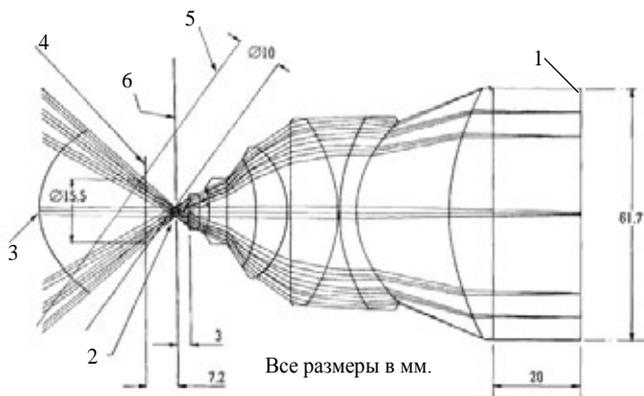


Рис. 2. Объектив классического цифрового голографического принтера: 1 - ЖК дисплей; 2 - перетяжка; 3 - угол обзора объектива; 4 - фотоматериал; 5 - опорный пучок; 6 - плоскость Фурье

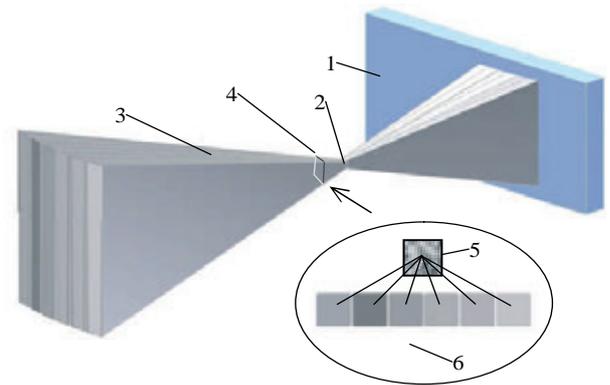


Рис. 3. Оптическое формирование голопикселя: 1 - ЖК дисплей; 2 - перетяжка объектива; 3 - телесные углы обзора отдельных пикселей ЖК дисплея; 4 - место записи голопикселя; 5 - голопиксель; 6 - вид через «окно» голопикселя под разными углами обзора

сивность в каждом конкретном телесном угле обзора задаётся прозрачностью соответствующего пикселя ЖК панели. Напомним, что на ЖК панели при записи одного голопикселя высвечиваются представления всех пикселей двухмерных изображений сцены с теми же координатами. То есть каждый голопиксель содержит в себе информацию об интенсивности определённого пикселя на ЖК панели, наблюдаемого под определённым углом.

Совокупность таких светящихся точек разной интенсивности, наблюдаемая под каким-либо одним углом обзора монокулярным видением, воспринимается человеком как двухмерное изображение. При бинокулярном видении двух, параллаксно-зависимых двухмерных изображений, мозг человека воспринимает видимое, как трёхмерное изображение объёмной сцены.

Поскольку для печати одной цифровой голограммы используется не менее 200 таких изображений, а угол обзора цифровой голограммы равен 75 градусам, по крайней мере, каждые 0,45 градуса (для голограмм большего формата каждые 0,06 градуса) рядом стоящие изображения объёмной сцены довольно мало отличаются одно от другого. В связи с этим при рассматривании цифровых голограмм не наблюдается эффекта «перещёлкивания» объёмного изображения, столь характерного для линтукулярных распечаток, работающих по похожему принципу разбивки и комбинирования элементов двухмерных изображений.

Для получения последовательности параллаксно-зависимых изображений для голограмм размером более 13x18см используется видеоряд, снятый приборами типа ГолоКам (HoloCam), изобретённого Геолой в 2005 году [3]. Прибор прецизионно точно перемещает видео-, фотокамеру по прямой линии, параллельной снимаемой сцене, одновременно поворачивая камеру так, чтобы она всегда «смотрела» в центр сцены – рис. 5.

Прибор ГолоКам снимает ряд параллаксно-зависимых изображений, которые посредством цифровой обработ-

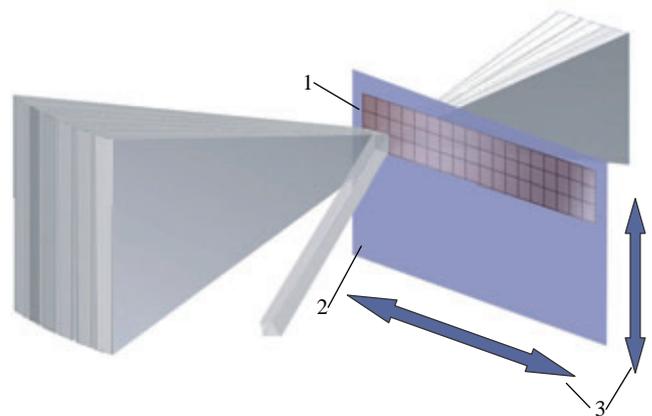


Рис. 4. Запись голопикселей на фотоматериале (голограмма с горизонтальным параллаксом): 1- ряды записанных голопикселей; 2 - фотоматериал; 3 - направления передвижения фотоматериала

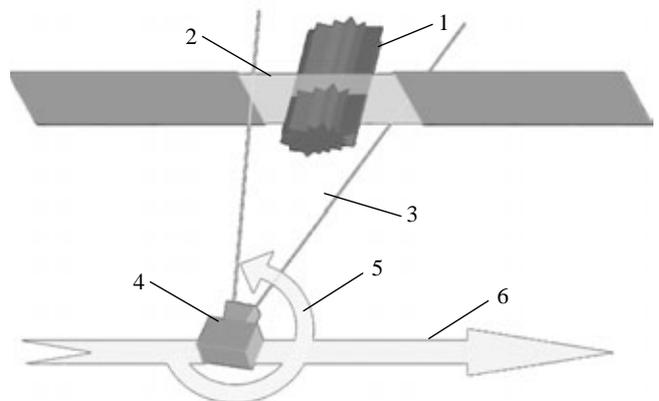


Рис. 5. Съёмка объёмной сцены прибором ГолоКам: 1 - объёмная сцена; 2 - плоскость будущей голограммы; 3 - угол обзора объектива камеры; 4 - камера; 5 - вращение камеры; 6 - перемещение камеры

ки преобразуются в ряд параллаксно-зависимых изображений, соответствующих изображениям, снятым невращающейся камерой, перемещающейся параллельно снимаемой сцене – именно такой ряд изображений получается при съёмке виртуальной сцены в программах 3D дизайна. И именно такой ряд используется цифровыми голографическими принтерами для оптической печати цифровых голограмм.

Однако, как было показано в [3], при съёмке вращающейся сцены неподвижной камерой центральная часть кадров, отснятых таким образом с пренебрежительно малой погрешностью, полностью соответствует ряду параллаксно-зависимых изображений этой же сцены, снятой прибором ГолоКам. То есть любая видеокамера (в том числе видеокамера мобильного телефона) может

быть использована для получения ряда параллаксно-зависимых изображений, пригодных для изготовления небольшой цифровой голограммы объекта, снятого таким способом.

Технология ГолоКам позволила нам организовать качественные съёмки как обычных портретов людей, так и непревзойдённые музейные артефакты разных величин. Мы полностью развили сервис печати цифровых голограмм, где отснятое видео 3D объекта (сцены) отсылается нам; мы изготавливаем цифровое превью будущей голограммы; показываем его заказчику; после подтверждения – печатаем цифровую голограмму и отсылаем её заказчику.

Для иллюстрации вышесказанного, приводятся некоторые примеры использования цифровых голограмм, изготовленных Геолой для различных музеев мира.



Рис. 6. Голограмма управляющего Тракайским замком, XVII в. Актёр в аутентичной одежде снят устройством Геолы ГолоКам. Изготовлено для Замка-Музея в Тракай, Литва



Рис. 7. Голограмма наскальной живописи под различными углами обзора. Снято устройством Геолы ГолоКам в Испании, напечатано в Литве. Изготовлено для фонда ITMA (Испания)



Рис. 8. Голограмма Белой акулы под различными углами обзора. Сцена изготовлена в программе 3D Studio Max в Румынии, напечатано в Литве. Изготовлено для морских музеев Sea Life (Англия) и The Naturaliste Marine Discovery Centre (Австралия)



Рис. 9. Голограмма Питерской Стрелки под различными углами обзора. Сцена изготовлена в программе 3D Studio Max в России, напечатано в Литве

Выводы

- Музеи приобрели возможность показывать обычно не выставляемые артефакты.
- Реконструкция артефакта может быть представлена совместно с его 3D изображением, не отличающимся от оригинала (на некотором расстоянии от экспоната).
- Один и тот же артефакт может быть одновременно экспонирован во многих музеях мира.
- Цифровая голография расширяет возможности музеев, привнося в обычный процесс показа артефактов элемент интерактивности.
- Цифровые голограммы можно использовать в процессе эдукации, замещая ими бесценные артефакты.

- Реставраторы и реконструкторы получают возможность исследования и изучения обычно им недоступных артефактов. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Tsichritzis D. and Gibbs S. «Virtual museums and virtual realities». In Proceedings of the International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums. Archives and Museum Informatics Tech. Rep., 14, Pittsburgh, Oct. 14-16, 17-25, 1991.
2. Brotherton-Ratcliffe, Zacharovas S., Bakanas R., Pileckas J., Nikolskij A., Kuchin J. «Digital Holographic Printing using Pulsed RGB Lasers», SPIE Optical Engineering, special edition on digital holography, TBP, September, 2011.
3. Brotherton-Ratcliffe David, Zacharovas Stanislovas, Nikolskij Andrej, Bakanas Ramunas, Pileckas Julius. «Image Capture System for a Digital Holographic Printer», Patent Nr. WO 2007031715.

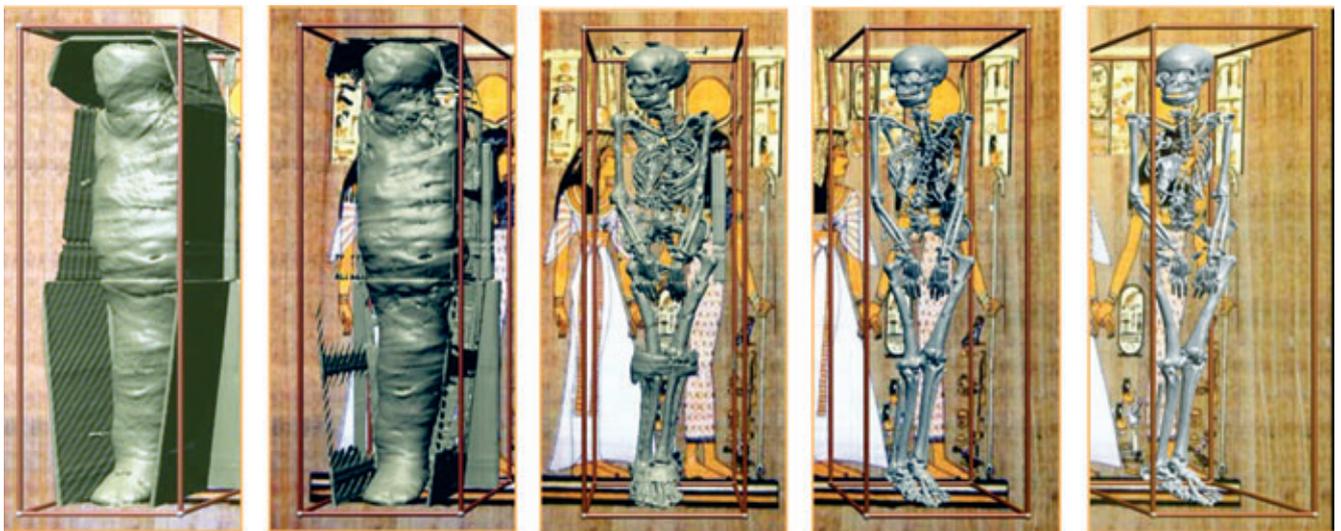


Рис. 10. Голограмма мумии под различными углами обзора. Сцена изготовлена в рамках проекта Western Australia Supercomputer Project в University Of Western Australia (Австралия), напечатано в Литве



Рис. 11. Жертвенная корона короля визиготов Рецесвинта под различными углами обзора. Хранится в National Archaeological Museum of Spain, г. Мадрид, Испания. Снято устройством Геолы ГолоКам в Испании, напечатано в Литве. Изготовлено для фонда ITMA (Испания)



ИНСТРУМЕНТАРИЙ малобюджетной стереосъёмки

Александр Мелкумов,
зав. сектором
цифрового стереокино,
ОАО «НИКФИ»



■ На современном этапе развития стереокино (Stereo-scopic3D) в дополнение к дорогим и малоэргономичным «ригам» появились сравнительно дешёвые и компактные стереокамеры. Журналисты окрестили данное явление как демократизацию 3D формата для населения. Мы же рассматриваем данный инструментарий для использования в секторе малобюджетного производства документальных и игровых стереофильмов, поэтому основной задачей было определение стереопараметров камер в соответствии с требованиями профессиональной стереосъёмки. К сожалению, в описании технических характеристик большинства камер игнорируется один из важных параметров – величина базиса стереосъёмки, не содержится информация об основной дистанции рампы, не приводится диапазон изменений дистанции рампы при масштабировании объективом с переменным фокусом.

Камеры рассматривались как инструментарий для получения стереоизображения, наблюдаемого не только на дисплеях телевизоров, но и на возможность перевода исходного материала в отдельные ракурсы, каждый разрешением не менее 1920*1080 pxl, форматированием в профессиональный формат DCP с последующей проекцией на киноэкран высотой, как минимум, 5 метров.

Малогабаритность камер позволяет позиционировать их как камеры для журналистики и событийных съёмок, чего не скажешь о массивных «ригах» весом несколько десятков килограммов, поэтому сравнивались они между собой по оперативности управления параметрами съёмки, работе в экстремальных условиях, наличию программного обеспечения для подготовки отснятого материала к просмотру на экране.

В статье отсутствуют сравнительные оценки пластики фотографического изображения, динамического диапа-

зона передачи яркостей, уровня шума записи и различных артефактов, так как данная информация встречается во множестве источников. Поверхностно описывается значение тех или иных стереопараметров и технология стереосъёмки, так как эти вопросы подробно изложены в статье «Основы стереографии», опубликованной в журнале «Мир техники кино» №18 за 2010 г.

Прежде чем перейти к описанию конкретных моделей, приведём единый алгоритм определения стереопараметров, которым в будущем может воспользоваться любой пользователь с появлением на рынке новых моделей стереокамер. Принципиально важен главный параметр – основная дистанция точки нулевого параллакса стереооптики. В профессиональной стереографии такая дистанция называется основной дистанцией рампы (Lp). Этот параметр аналогичен такому параметру, как гиперфокальное расстояние объектива, определяющему дистанцию от камеры, с которой пространство передаётся резко вплоть до бесконечности. Основная дистанция рампы обозначает переднюю границу композиции передаваемого пространства вплоть до бесконечности, которое впоследствии будет комфортно восприниматься зрителем на экране. Если при съёмке соблюдать данную дистанцию до снимаемого объекта, то будет гарантирована максимальная величина положительных горизонтальных параллаксов объектов в бесконечности не более 1% ширины экрана, что позволит избежать дивергенции зрительных осей.

Дистанция рампы может не быть ближней дистанцией (Lbl) передаваемого пространства, если в композиции кадра присутствуют объекты, «проникающие» в зрительный зал, и на них не распространяется отжимающее действие границ экрана. Так, например, при съёмке на фоне бесконечности поясного плана человека с вытяну-

той рукой, или окружённого ветками деревьев, «проникающих» в зал, объект должен располагаться на дистанции основной рампы, но ближней дистанцией будет расстояние до вытянутой руки или веток. В таком случае за величину ближней дистанции рекомендуется брать половину основной дистанции рампы (*более точные значения этой дистанции, рассчитанной по специальной формуле, указаны в таблицах, составленных для каждой модели*). В таком случае величина горизонтальных параллаксов элементов композиции, «проникающих» в зал, будет равна величине параллаксов бесконечности (1% от ширины изображения), но с обратным знаком. Такой диапазон величин параллаксов позволит избежать болезненного ощущения от эффекта разрыва между конвергенцией и аккомодацией глаз.

Основная дистанция рампы стереооптики каждой стереокамеры определяется по формуле:

$$L_{\text{рамп}} = \frac{B \cdot F}{H \cdot P_{\infty}}$$

где: L_r – дистанция рампы, B – базис съёмки, F – фокусное расстояние объектива, H – коэффициент пропорциональной передачи пространства, равный 1, а P_{∞} – максимальная величина параллакса бесконечности изображения на матрице стереокамеры, которая при проекционном увеличении будет составлять на экране 1% от его ширины.

Как видим, в отличие от гиперфокального расстояния, основная дистанция рампы зависит не от величины диафрагмы, а от фокусного расстояния оптики. Большинство рассматриваемых стереокамер имеет оптику с переменным фокусным расстоянием, поэтому камера будет иметь такое множество основных дистанций рампы, сколько у неё есть переменных величин фокусных расстояний. Поэтому пользователям следует внимательно относиться к построению композиции кадра в случае масштабирования объекта оптикой. Предлагаемые в данном сегменте стереокамеры в большинстве случаев не имеют градуировку значений величин фокусного расстояния, мы знаем только их крайние значения – при минимальном и максимальном зумировании. Но можно рассчитать основные дистанции рампы и для промежуточных положений трансфокатора объектива, используя коэффициент кратности зумирования. Все предлагаемые камеры имеют неизменное межцентровое расстояние между оптическими блоками стереообъектива, именуемое стереобазис. В некоторых случаях оно указано про-

изводителями, в других замерялось непосредственно на камере.

Значение параллакса бесконечности (P_{∞}) для каждой камеры индивидуально, зависит от ширины матрицы и рассчитывается по формуле:

$$P_{\infty \text{матр.}} = \frac{P_{\infty \text{эк.}}}{K_{\text{пр.}}}$$

Коэффициент проекционного увеличения определяется по формуле:

$$K_{\text{пр.}} = \frac{W_{\text{экp}}}{W_{\text{м}}}$$

Коэффициент проекционного увеличения берётся из расчёта проекции изображения на экран размером 6,5 м. В этом случае величина параллакса бесконечности (65 мм) на экране в процентном исчислении будет соответствовать рекомендованной усреднённой величине – 1% от ширины экрана.

Для определения коэффициента проекционного увеличения ($K_{\text{пр}}$) необходимо знать ширину матрицы. Так как большинство производителей в описании матриц указывают её диагональ, да ещё в долях дюйма, то необходимо определить ширину матрицы в миллиметрах. В качестве примера в таблице 1 приводится пример расчёта для матрицы с диагональю 1/4 дюйма.

В случае, когда производитель указывает величины фокусного расстояния оптики, эквивалентные 35 мм формату, за ширину матрицы берётся величина 22 мм.

Вышеперечисленные формулы объединены в единую таблицу «Excel», позволяющую мгновенно вычислять глубину комфортно передаваемого пространства, которая будет приводиться в последующем в статье для каждой модели камеры. Любое технологическое решение, где используются отдельно две цифровые камеры, не может позиционироваться как стереокамера. Термин «стерео кино (видео) съёмочный аппарат» или «кино (видео) съёмочный аппарат 3D» предполагает наличие единого камерного тела и единого оптического устройства. Но достоинства и «упущенные возможности» той или иной модели даются в сравнении с ТЖК, разработанного в НИКФИ в 2007 году на базе двух спаренных цифровых камер «Sony HDR HC» (фото 1). Данное технологическое решение подробно описано на странице сайта <http://www.stereokino.ru/3D%20digital%20camera.htm>.

Табл. 1

Дюйм в мм	Доля	Кол-во долей	Диагональ в мм	Квадрат диагонали	Соотношение сторон кадра	Квадрат катета	Высота	Ширина
25,4	4	1	6,40	40,96	1,78:1	9,84	3,14	5,58



Фото 1

На данной установке при макетировании прообраза будущей стереокамеры формулировались следующие требования:

- стереосъёмка должна вестись на параллельных осях;
- наличие, как минимум, двух величин стереобазиса, малого – для съёмки крупных и средних планов объектов без эффекта миниатюризации, и большого – для съёмки ландшафтных композиций;
- фокусировка, диафрагмирование и изменение масштаба съёмки должны проходить синхронно для обоих ракурсов;
- оперативный контроль за снимаемым объектом в трёхмерной визуализации.

С подробным описанием параметров стереокамер как цифрового регистратора и рекордера можно будет ознакомиться на сайтах их производителей. Здесь же, в первую очередь, приводятся параметры, которые влияют на формирование камерой трёхмерного изображения, и уникальные решения, которые не прослеживаются в других камерах.

Первая стереокамера, которая была анонсирована компанией «Panasonic», – модель AG-3DA1 (фото 2). Это без всяких натяжек – стереоскопическая камера, так как она имеет стереоскопический объектив, выполненный в виде двух оптических блоков, установленных в единой оправе, позволяющей синхронно управлять такими параметрами, как фокусирование, диафрагмирование и конвергирование оптических осей. В стереографии существует консервативное отношение к стереосъёмке на конвергированных осях из-за последствий возникновения изометрических искажений изображений объектов, причём различных в обоих ракурсах. Но в данной модели используется оптическая компенсация таких искажений, что реабилитирует метод съёмки на конвергированных осях. Такого решения нет даже в дорогих профессиональных ригах, где приходится выравнивать изображения в постпроизводстве. Но следует обратить внимание на заявление производителя, что оптическая компенсация работает до предельного минимального расстояния – 2 метра. Преимущество съёмки такой камерой заключается в том, что благодаря ручной конвергенции оптическими блоками, во время съёмки записывается стереопара, уже сформатированная по плоскостям нулевого



Фото 2

параллакса так, как задумано по композиционному построению авторами съёмки. Выставление точки нулевого параллакса происходит по дисплею, на котором отражаются горизонтальные параллаксы изображений совмещённых ракурсов. В образце данной модели, которая проходила тестирование, управление конвергенцией и диафрагмирование стереообъектива выполнялось одним приводом путём попеременного переключения на ту или иную операцию. Одновременное управление этими двумя важными параметрами не доступно оператору. Для профессиональной съёмки немаловажным является требование к отображению на дисплее величины дистанции до точки конвергенции в метрах. Возможно, исправление данных упущений произошло в следующей модели **AG-3DP1**, которая не проходила у нас тестирование.

Регистраторами изображения являются две матрицы, которые, как и рекордеры, располагаются в едином корпусе. Ракурсы синхронно записываются в виде отдельных плоскостных изображений. Достоинство такого решения заключается в том, что в последующем для работы с материалом не придётся иметь дело с тяжелыми файлами стереопары и можно использовать любую монтажную программу, не заточенную на особый формат распознавания пакетных стереофайлов.

Эргономика камеры аналогична ручным камерам такого класса и потому привычна для операторов, за небольшим исключением – камера имеет монокулярные дисплей и электронную лупу. Оператор не может наблюдать снимаемое изображение и оперативно просматривать отснятый материал на камере в трёхмерном отображении. Критерием оценки правильности выстроенной композиции изображения может служить лишь контроль за величинами горизонтальных параллаксов изображений. Наличие монокулярной лупы позволяет наблюдать аналогичную картину, но уже в условиях ярко освещённых сцен, когда наблюдение по дисплею, засвеченному ярким светом, становится затруднительным.

При всех описанных достоинствах данной модели, принципиальным недостатком, накладывающим существенные ограничения на её использование в профессиональной съёмке – это сравнительно большое межцентровое расстояние между оптическими блоками.

Стереобазис камеры составляет 60 мм. Для данной модели в таблице 2 приводятся диапазоны комфортно воспроизводимого пространства при крайних положениях оптического масштабирования в зависимости от дистанции до снимаемого объекта.

Как следует из таблицы 2, даже при самом крайнем положении зума ($F = 47$ мм), расстояние до объекта, находящегося в рампе, должно быть не менее 12 метров, если он проектируется на фоны, находящиеся в бесконечности. При подходе к объекту на расстоянии до 5 метров, глубина комфортно передаваемого пространства резко сокращается, и фоны должны располагаться от камеры не далее 9 метров. Таблица 2 свидетельствует о том, что при максимальном фокусном расстоянии $F = 264$ мм основная дистанция рампы располагается на расстоянии 72 метров. При подходе к объекту на расстоянии 10 метров, диапазон комфортно передаваемого пространства составляет всего 1,6 м. Более того, учитывая коэффициент масштабного увеличения для кинопроекции на большой экран, будет наблюдаться эффект миниатюризации узнаваемых объектов (людей, животных). Возможности камеры при съёмке средних и крупных планов резко ограничены, и данная модель может быть рекомендована как вторая камера для съёмки с уда-

лённых точек таких мероприятий, как концерты и спортивные соревнования. Возможна адаптация модели к съёмкам игровых сцен и близко расположенных объектов, если использовать призменную насадку, уменьшающую стереобазис в два раза, аналогично той, которая применяется в ТЖК НИКФИ.

Модель HDC-SDT750 той же компании Panasonic (фото 3), в противоположность предыдущей камере, имеет малый стереобазис, равный 12 мм. Это достигается тем, что стереопарное изображение формируется не отдельными оптическими блоками, а призменной насадкой, установленной перед монообъективом (фото 4). Аналогичное решение использовалось в отечественной фотоаппаратуре на аппаратах «Зенит» и «Киев», где на площади стандартного фотокадра формировалась стереопара из двух вертикальных кадров. То же самое наблюдается и на матрице данной стереокамеры, но для сохранения соотношения 16:9 каждого ракурса используется оптическая схема призм, не только разводящих изображение на два ракурса, но и анаморфирующих каждое по горизонтали в два раза. Поэтому заявленное разрешение записи в формате Full HD соответствует размеру записи стереопары, а не изображению каждого ракурса. Но было бы ошибочным считать за величину каждого

Табл. 2

F мм	Базис мм	Экран	Матрица
47	60,00	6500	22,00
Инд.Н	Лбл, м	Лр, м	Лд, м
1	6,41	12,82	∞
1,5	5,13	8,55	25,64
2	4,27	6,41	12,82
3	3,20	4,27	6,41
4	2,56	3,20	4,27
5	2,14	2,56	3,20

Инд.Н	Лбл м	Лр м	Лдал м
4,273	3,45	5,00	9,04

F мм	Базис мм	Экран	Матрица
264	60,00	6500	22,00
Инд.Н	Лбл, м	Лр, м	Лд, м
1	36,00	72,00	∞
1,5	28,80	48,00	144,00
2	24,00	36,00	72,00
3	18,00	24,00	36,00
4	14,40	18,00	24,00
5	12,00	14,40	18,00

Инд.Н	Лбл м	Лр м	Лдал м
7,2	8,78	10,00	11,61



Фото 3



Фото 4

ракурса половину величины матрицы в 910 pxl. Призмённые насадки дают сильное виньетирование, поэтому в изображении на матрице генерируется чёрная маска, вырезающая полезную часть изображения – как по ширине, так и по высоте (фото 5). По нашим замерам, реальный размер анаморфированного изображения каждого ракурса составляет не более 810*911 pxl и 1620*911 pxl при интерполяции по горизонтали в два раза до соотношения 16:9, что на 19% меньше ширины заявленного формата записи. При диагонали матрицы в 1/4" её ширина составляет 5,58 мм. Из-за ограничения маской полезной площади экспонирования насадка уменьшает угол зрения, увеличивая тем самым значение фокусного расстояния объектива 3,5 мм на 66%, т.е. до 5,81 мм. Из таблицы 3 видно, как, в противоположность базису 60 мм, малый базис съёмки позволяет комфортно вести событийную съёмку на близких дистанциях.

Но из-за малого стереобазиса результаты стереосъёмки объектов, расположенных далее 15 метров, выглядят невыразительно.

В режиме стереосъёмки большинство заявленных производителем параметров камеры недоступны: оптическое изменение масштаба съёмки, ручное фокусирование, изменение экспозиции, запись в прогрессивной развёртке.

Табл. 3

F мм	Базис мм	Экран	Матрица
5,81	12,00	6500	5,58
Инд.Н	Лбл, м	Лр, м	Лд, м
1	0,62	1,25	∞
1,5	0,50	0,83	2,50
2	0,42	0,62	1,25
3	0,31	0,42	0,62
4	0,25	0,31	0,42
5	0,21	0,25	0,31

Инд.Н	Лбл м	Лр м	Лдал м
1,25	0,56	1,00	5,00



Фото 5

Неизменным остаётся и дистанция до плоскости нулевых параллаксов, поэтому отснятый материал требует коррекции в форматировании стереопар при съёмке объектов, расположенных ближе основной дистанции рампы. Из-за светопоглощающего действия стереонасадки уровень освещённости объекта должен быть на 25–30% выше номинального в режиме стереосъёмки. Недооценка данного явления приводит к значительному ухудшению соотношения сигнал-шум в изображении. Контроль изображения ведётся только по монодисплею, и наблюдение стереозффекта оператору недоступно, также недоступен оперативный контроль отснятого материала на камере в трёхмерном воспроизведении.

При всех вышеперечисленных недостатках камера была на определённом этапе единственным и неплохим инструментом для выполнения учебных работ на курсах подготовки стереографов, организованных в ОАО «НИКФИ» компанией «Артикино». В программах Adobe Premier и Adobe After Effect были разработаны тест-проекты, позволяющие автоматически конвертировать отснятое изображение в проекционный «side by side» 720 p с удалением ограничительной маски.

Качественным скачком в развитии портативных камер для стереосъёмок стало использование формата записи по технологии многоканального кодирования Multiview Video Coding (MVC), предназначенной для сжатия и декодирования нескольких (более одного) потоков видеоданных. Технология MVC базируется на сжатии и декодировании второго дополнительного канала видео относительно базового канала и позволяет в двухобъективных и двухматричных камерах записывать стереопару одним видеофайлом

на один накопитель информации. Аналогичная технология используется при записи на Blu-ray 3D дисках и воспроизведении на стереотелевизорах.

Почти одновременно друг за другом на рынке появились компактные стереокамеры JVC GS-TD1 (фото 6) и Sony HDR-TD10E (фото 7) с ис-



Фото 6



Фото 7

пользованием формата записи MVC H264 AVC. Обе камеры схожи по своему функционалу и практически тестировались в одних условиях. Как две сестры, при всём своём сходстве, каждая различается своими достоинствами и недостатками. Обе камеры представляют собой двухблочную оптическую систему с регистрацией стереопары на две матрицы с записью по технологии MVC. Камеры имеют одинаковую ширину матрицы – 5,44 мм, но разное фокусное расстояние, разную величину стереобазиса, а, следовательно, и разную дистанцию основной рампы. В таблице 4 приводится различие у двух моделей камер глубины передачи комфортно воспринимаемого пространства.



Фото 8

При съёмке протяжённых до бесконечности композиций с камерой Sony HDR-TD10E можно ближе подойти к передне-плановому объекту, нежели с камерой JVC GS-TD1. Но учитывая разность в величинах фокусных расстояний, с разных дистанций мы будем иметь практически одинаковый масштаб одного и того же объекта. Несмотря на то, что степень стереоскопической выраженности в случае съёмки с более короткой дистанции будет выше, это преимущество не бесспорное при съёмке портретов, так как при таких величинах стереобазиса наступает эффект миниатюризации, ощущение subtilности персонажей, вытянутости лиц. Для степени передачи пространственной картинки немаловажную роль играет величина фокусного расстояния и базиса съём-

ки. С этой точки зрения результаты съёмки в сочетании В-34 мм и F-3,76 мм будут иметь большую степень передачи трёхмерности объекта на средних планах, нежели в сочетании В-31 мм и F-2,9 мм. Из сказанного следует: ни одна из сравниваемых моделей по стереопараметрам не имеет принципиального преимущества перед другой. Но у каждой, в противоположность модели Panasonic AG-3DA1, сравнительно малый стереобазис для съёмки ландшафтных планов. Не лишним было бы для этих моделей разработать для профессиональной съёмки призменную насадку, увеличивающую стереобазис до 100 мм, как это применяется в объективах системы «Стерео-70» (фото 8). В отличие от камер Panasonic, обе камеры имеют

автостереоскопические дисплеи, позволяющие во время съёмки наблюдать трёхмерное изображение снимаемого объекта без очков и оперативно просматривать отснятый материал непосредственно на камере. Но вести контроль по дисплею при съёмке ярко освещённых объектов, особенно на природе, при нахождении солнца за оператором – очень затруднительно при отсутствии какого-либо видеоискателя, пусть даже моноскопического. Поэтому нелишним было бы иметь некие шторки-насадки на дисплей.

Камеры снимают на параллельных осях. Как отмечается в руководстве камерами, оператор может, контролируя по дисплею, ручной настройкой изменять стереоско-

Табл. 4

JVC GS-TD1				Sony HDR-TD10E			
Ф мм	Базис мм	Экран	Матрица	Ф мм	Базис мм	Экран	Матрица
3,76	34,00	6500	5,44	2,90	31,00	6500	5,44
Инд.Н	Лбл, м	Лр, м	Лд, м	Инд.Н	Лбл, м	Лр, м	Лд, м
1	1,17	2,35	∞	1	0,83	1,65	∞
1,5	0,94	1,57	4,70	1,5	0,66	1,10	3,31
2	0,78	1,17	2,35	2	0,55	0,83	1,65
3	0,59	0,78	1,17	3	0,41	0,55	0,83
4	0,47	0,59	0,78	4	0,33	0,41	0,55
5	0,39	0,47	0,59	5	0,28	0,33	0,41

Инд.Н	Лбл м	Лр м	Лдал м	Инд.Н	Лбл м	Лр м	Лдал м
2,35	0,70	1,00	1,74	1,65	0,62	1,00	2,53

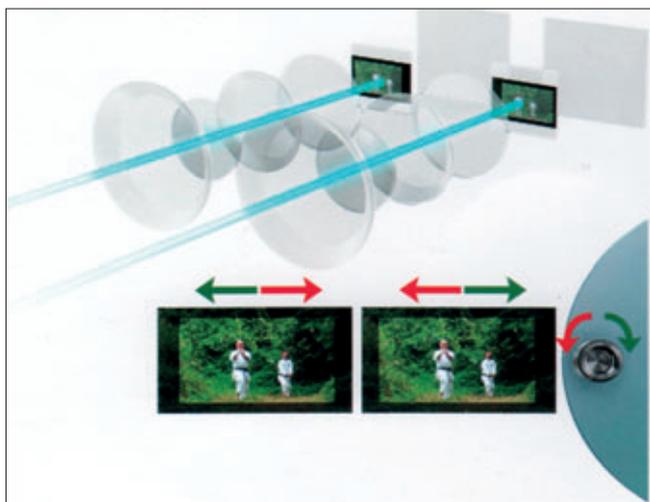


Фото 9

пическую выраженность изображения, которая, согласно азам стереографии, может изменяться только базисом съёмки. В действительности происходит то, что мы называем мнимой конвергенцией в объективах системы «Стерео-70». Но в данном случае меняется не положение оптических блоков относительно центров матриц, а электронное смещение изображений на матрицах относительно центров объективов, в результате чего меняется положение плоскости нулевых параллаксов (фото 9). На экране дисплея высвечиваются условные знаки + и –, обозначающие удаление или приближение плоскости нулевых параллаксов. Если бы производитель ввёл бы вместо условных знаков конкретные числовые значения дистанций или условных единиц гипертрофии, как это сделано в оптике «Стерео-70», то съёмка могла бы вестись профессионально грамотно с вышеприведёнными таблицами. В камере JVC GS-TD1, включив опцию предва-



Фото 10

лаксов. В случае съёмки камерой Sony HDR-TD10E рекомендуется не трогать опцию «изменения стереоскопической выраженности», так как субъективное восприятие по автостереоскопическому дисплею без надлежащего контроля за параллаксами изображения может привести к браку. В профессиональной версии HXR-NX3D1P (фото 10), о которой речь пойдёт ниже, компания Sony ввела возможность коррекции горизонтальных параллаксов по дисплею, при режиме отображения сдвоенного изображения двух ракурсов (режим 2D Mix). При масштабировании объективом в результате изменения фокусного расстояния, автоматически меняется основная дистанция рампы при неизменной дистанции до основного объекта съёмки. В таблице 5 показано изменение основной дистанции рампы глубины комфортного пространства при изменении кратности оптического масштабирования:

Табл. 5

JVC GS-TD1				SONY HXR-NX3D1P			
F мм	Базис мм	Экран	Матрица	F мм	Базис мм	Экран	Матрица
3,76	34,00	6500	5,44	2,90	31,00	6500	5,44
F*x	Lбл, м	Lр, м	Lд, м	F*x	Lбл, м	Lр, м	Lд, м
1	1,17	2,35	∞	1	0,83	1,65	∞
2	2,35	4,70	∞	2	1,65	3,31	∞
3	3,52	7,05	∞	3	2,48	4,96	∞
4	4,70	9,40	∞	4	3,31	6,61	∞
5	5,87	11,75	∞	5	4,13	8,26	∞

рительной ручной настройки, можно перевести дисплей из режима 3D в 2D Mix и, наблюдая параллаксы совмещённых ракурсов, совместить в ноль те элементы композиции, где должна проходить плоскость нулевых парал-

В этих камерах, как и в профессиональной версии HXR-NX3D1P, отсутствует механизм автоматического сохранения плоскости нулевых параллаксов на выбранном объекте при его оптическом масштабировании (зу-

мирование во время съёмки). Поэтому рекомендуется в последующем, при монтаже, от сцены к сцене, проводить операцию форматирования стереопары путём горизонтального сдвига одного ракурса относительно другого, точно устанавливая точку нулевого параллакса, одновременно не допуская, чтобы параллакс максимально удалённых объектов превышал 1–2% ширины кадра. В этом случае не избежать принудительного увеличения масштаба изображения (*scale*), что необходимо учитывать при компоновке кадра.

Если возникла необходимость оперативно сбросить предыдущие ручные настройки рамп и поставить основную дистанцию рамп, то достаточно воспользоваться опцией «reset». Эта настройка выполняется только при крайнем минимальном положении зума. Опция «автоматическая 3D юстировка», которая присутствует в моделях камер Sony, не имеет отношения к выставлению основной дистанции рамп, а служит для юстировки оптических блоков по вертикальному параллаксу в ноль, который мог возникнуть при транспортировке камеры. Поэтому производители рекомендуют периодически включать данную опцию. Особенно это важно для камеры Sony HDR-TD10E, где отсутствует мониторинг параллакса как горизонтальных, так и вертикальных.

В камере JVC GS-TD1 присутствует опция «интеллектуальный режим», которым не рекомендуется пользоваться в профессиональной съёмке. При данном режиме система независимо от оператора выставляет дистанцию рамп. При тестировании трудно было определить, что является критерием определения положения плоскости рамп. Есть подозрения, что данный алгоритм аналогичен алгоритму поиска при режиме интеллектуального фокусирования, что может не соответствовать критериям выбора плоскости нулевых параллакса.

Модели JVC GS-TD1 и Sony HDR-TD10E близки по функциональным возможностям, но существует один принципиальный фактор различия. В нашем случае важен процесс распаковки MVC контейнера на отдельные левый и правый потоки для последующего мастеринга материала в DCP формат. Для модели Sony HDR-TD10E и её профессиональной версии HXR-NX3D1P этот вопрос решается благодаря программному обеспечению Vegas Movie Studio HD Platinum 11.0 или Vegas Pro 10.0 и в последней 11-й серии. Со стороны компании JVC таких предложений пока нет. Компания предлагает для данной модели дополнительный формат записи – «side by side» (half) – два анаморфированных кадра рядом с разрешением 960*1080 pxl на каждый ракурс (фото 7). При внешнем сходстве данного формата со стереопарой, записанной камерой Panasonic HDC-SDT750, это принципиально разные решения. В случае с моделью JVC GS-TD1 запись двух ракурсов производится на полноценную матрицу разрешением 1920*1080, но математически пересчитывается, сжимая изображение каж-

дого ракурса в два раза по ширине, что потом компенсируется таким же цифровым расширением. При съёмке камерой Panasonic HDC-SDT750 мы имеем дело с оптическим (аналоговым) анаморфированием и формированием изображения на части матрицы шириной всего лишь 810 pxl.

Был снят небольшой ролик двумя камерами JVC GS-TD1 и HXR-NX3D1P, причём первая камера снимала в формате «side by side» (half), а вторая в формате MVC в режиме 1080/50i. Отснятый материал после просчёта в отдельные ракурсы формата AVC HD был перемешан по монтажу сюжета. При проекции на экран высотой до 2 метров принадлежность материала к той или иной камере не распознавалась. Но для изготовления DCP формата с последующей проекцией на экран высотой до 5 метров – формат «side by side» (half) по качеству конечного изображения не дотягивает.

С позиции оценки инструментария для стереосъёмки основное и принципиальное отличие между бытовой моделью Sony HDR-TD10E и её профессиональной версией Sony HXR-NX3D1P заключается в наличии у последней профессионального контроля за положением плоскости нулевых параллакса. По всем остальным параметрам (даже дополнительная возможность снимать в режиме 24p) с учётом последующей обработки материала с просчётом в два отдельных 2D изображения для последующего мастеринга, мы не нашли принципиальных преимуществ. Особый наш респект камере Sony HDR-TD10E, которая проявила свою удивительную работоспособность в условиях 100% влажности при съёмке Ниагарского водопада.

В заключение приводится таблица сравнений диапазонов комфортно воспроизводимого пространства вышеописанных моделей при съёмке на минимальных значениях фокусного расстояния оптики:

Табл. 6

Модель	L бл.	L рамп	L дал.
AG-3DA1	6,41 м	12,82 м	∞
HDC-SDT750	0,62 м	1,25 м	∞
JVC GS-TD1	1,17 м	2,35 м	∞
Sony HDR-TD10E	0,83 м	1,65 м	∞
HXR-NX3D1P	0,83 м	1,65 м	∞

Для профессиональной многокамерной съёмки на съёмочной площадке желательно иметь сочетание двух камер: Panasonic AG-3DA1 с базой 60 мм для съёмки обширных планов и Sony HXR-NX3D1P с базой 31 мм для съёмки средних и крупных планов. ■



Sean McCarthy

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ И КОМПРЕССИИ для перцептуального видео

Перевод А.С. Блохина, к.т.н., ОАО «НИКФИ»

Перцептуальное видео – это метод снижения количества информации в цифровых видеосигналах за счёт пропуска несущественной, с точки зрения человеческого восприятия, информации. Методология перцептуального видео основана на изучении и использовании процессов прохождения и восприятия видеоинформации в зрительном анализаторе человека.

Эта статья посвящена аппаратным методам компрессии видеоинформации с использованием принципов обработки видеоинформации в первичных отделах зрительного анализатора человека и демонстрирует конкретные результаты снижения информационных потоков при использовании методологии перцептуального видео.

Аннотация

Быстрое развитие методов сжатия видеосигналов и видеосистем высокой чёткости даёт потребителям новые, более разнообразные и богатые возможности. Создатели видеоконтента ищут пути более эффективной доставки потребителю видеоинформации высокого качества. До недавнего времени успехи метода сжатия MPEG позволяли удовлетворять требования рынка, однако эффективность этого метода не может беспредельно повышаться. Недавно появившиеся технологии дали возможность методам сжатия перейти на новый уровень эффективности и качества изображения. Эта статья устанавливает предельные возможности обработки изображений и видео, которые основаны на результатах исследования биологии человеческого зрения, полученные в течение многих десятилетий. Описывается процесс обработки зрительной информации в сетчатке и первичных отделах зрительной системы, объясняется, как специфика работы зрительной системы человека может быть применена для усовершенствования MPEG кодиров и другого вещательного оборудования, используемого в широкополосных сетях (кабельных, телекоммуникационных, спутниковых и т.д.) с целью снижения эксплуатационных расходов и усиления впечатления, получаемого потребителем.

A BIOLOGICAL FRAMEWORK FOR PERCEPTUAL VIDEO

By Sean McCarthy

Abstract

The recent rapid evolution of video compression and high-definition has given consumers richer, more varied experiences than at any time before. Not surprisingly, content providers find themselves searching for ways to provide better video quality more efficiently. Until now, technical advances in Motion Picture Experts Group (MPEG) compression have been able to keep up with market needs, but there are limits even to MPEG efficiency. Fortunately, emerging technologies inspired by the biology of vision could enable MPEG compression to gain new levels of quality and efficiency. This paper introduces a framework for image and video processing that is based on decades of research into the biology of human vision. It describes how visual information is processed in the retina and early visual system. It also explains how design principles that are at work within the human visual system can be incorporated into advanced MPEG encoders and other broadcast equipment used in various existing broadband networks (cable, telecommunications, satellite, etc.), resulting in cost savings for service providers and a better-quality experience for consumers.

■ Введение

Представлены результаты исследований изображений и видеопроцессоров обработки видеосигналов в соответствии с биологической обработкой сигнала в зрительном анализаторе. Основы концепции биологической компрессии зрительной информации позволяют построить систему технической компрессии в соответствии с особенностями человеческого зрения. В результате появляется возможность получить более высокое качество видеоизображения и снизить требования к пропускной способности каналов передачи видеоинформации, что при сохранении высокого качества изображения у потребителя позволяет снизить цену каналов связи. Идея использования моделей человеческого зрения для улучшения качества видеоизображения не нова [1–3]. Наилучшее изображение и стандарты компрессии, такие, как MPEG-4/AVC [4], используют особенности визуального восприятия изображений.

Цель статьи – углубить уровень понимания процессов визуальной обработки информации при создании основ конструирования систем компрессии в соответствии с обработкой информации в сетчатке зрительного анализатора.

Основы обработки зрительной информации в сетчатке давно используются инженерами в принципиальных схемах обработки сигнала для уменьшения шума, оценки качества сигнала и оценки сигналов ошибок. Новое в этой статье то, что эти принципиальные схемы соотнесены с естественной обработкой информации в зрительном анализаторе, что объясняет, как с технической точки зрения сетчатка выполняет целый набор специфических нейронных операций и как эти операции увеличивают уровень чувствительности глаза к различным визуальным характеристикам. Понимание системы обработки зрительной информации в сетчатке глаза даёт возможность создавать технические системы, максимально соответствующие зрительному восприятию человека. Приводится несколько примеров создания технологии, соответствующей биологической обработке информации в зрительном анализаторе, позволяющей разработать видеокодеки, максимально соответствующие человеческому зрению.

Какова роль сетчатки и оптической системы глаза первичных отделов зрительной системы

Сетчатка – это часть мозга

Сетчатка является наружной частью мозга. Есть существенная причина, почему Dowlings имел все основания назвать сетчатку «внешней доступной частью мозга». В широком смысле структура сетчатки глаза не очень отличается от структур коры головного мозга. Она состоит из слоёв специализированных клеток, предназначенных для решения тех или иных задач обработки зрительной информации; каждый слой специализирован для определённой обработки сигнала. Разные виды животных имеют различные специализации слоёв сетчатки, и

строение самой сетчатки меняется от фовеальной области до периферии, Мы рассмотрим типичную сетчатку, которая содержит последовательные слои клеток, решающие определённые задачи обработки информации:

(1) Фоторецептор – палочки и колбочки являются первой линией элементов обработки сигнала. Они преобразуют энергию фотонов в электрические сигналы. Фоторецепторы упакованы в плотной мозаике, однако отличающейся от упаковки пикселей в матрице CCD. Фоторецепторы преобразуют энергию фотонов в нейроэлектрические сигналы.

(2) Горизонтальные клетки представляют следующий этап обработки сигналов. Горизонтальные клетки собирают сигналы от многих фоторецепторов и распределяют эти сигналы между соседними горизонтальными клетками. Результат деятельности горизонтальных клеток – это аналог низкочастотного пространственного фильтра для сигналов, получаемых с фоторецепторов. В итоге, сигналы слоя горизонтальных клеток есть результат пространственной низкочастотной фильтрации сигналов слоя фоторецепторов.

(3) Биполярные клетки представляют собой следующий этап обработки, они собирают сигналы от фоторецепторов и от горизонтальных клеток, но при этом инвертируют полярность сигналов первых, сохраняя полярность вторых, или наоборот, преобразуют полярности противоположным образом. Результат сродни пространственному дифференцированию – сигналы фоторецепторного слоя вычитаются из сигналов горизонтальных клеток.

(4) Амакриновые клетки получают входной сигнал от биполярных клеток и сгруппированы в различные специализированные классы. Один тип амакриновых клеток эффективно собирает весь диапазон сигналов от биполярных клеток и генерируют сигнал, похожий на сигнал абсолютной активности в биполярных клетках. Слой амакриновых клеток производит гормональный химический обмен путём диффузии через сетчатку, влияя таким образом на свойства фоторецепторов и горизонтальных клеток.

(5) Ганглионарные клетки составляют заключительный этап обработки информации в сетчатке. Как и амакриновые клетки, клетки ганглия группируются в различные специализированные типы. Ганглионарные клетки принимают сигналы от двуполярных и амакриновых клеток, обрабатывают их и преобразуют в широкодиапазонные сигналы, которые поступают в оптический нерв, к другим структурам мозга.

Инженерный взгляд на обработку сигнала в сетчатке

Упрощённая схема прохождения и обработки визуальной информации в сетчатке глаза изображена на рис. 1.

Фоторецепторы являются датчиками сигнала, поступающего в низкочастотный фильтр. Необработанные сигналы и сигналы, прошедшие через низкочастотный фильтр, совмещаются и создают дифференциальный

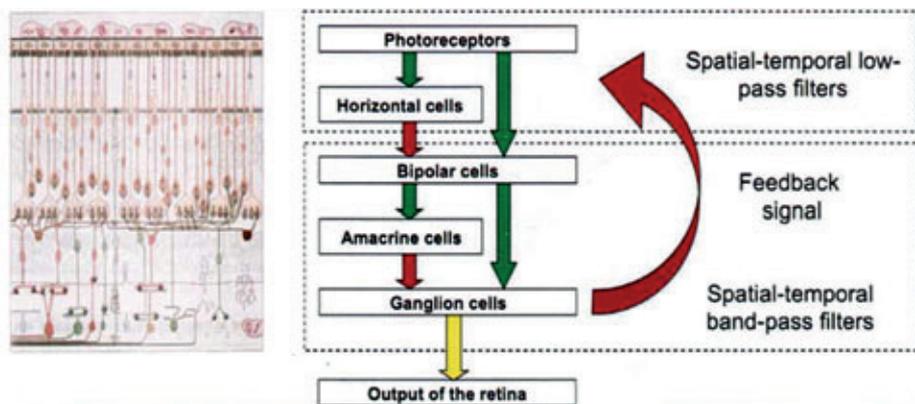


Рис. 1. Схема прохождения и обработки визуальной информации в сетчатке глаза

полосовой фильтр. Выходной сигнал этого фильтра используется для измерения полной дисперсии или энергии во входном сигнале и в дальнейшем – как сигнал обратной связи для настройки полосового фильтра энергии входного сигнала.

Вместе с тем, выходной сигнал полосового фильтра, преобразованный с использованием некоторого вида системы кодирования, передаётся через канал связи.

Даже упрощённое описание показывает, что сетчатка представляет собой весьма совершенную биоинженерную систему. Эта система функционирует одновременно в пространственном, временном и цветовом представлении.

Теории обработки сигнала в сетчатке (ретинальной обработки)

Сетчатка и предшествующая ей оптическая система глаза кажутся созданными для определённой цели, но какой? Имеются многочисленные теории с попытками объяснить природу обработки визуальной информации. Ясно, что глаз можно представить в некотором смысле фотокамерой, но он гораздо сложнее. Глаз не осуществляет моментальный снимок и не даёт последовательность кадров в определённом темпе. Глаз работает в непрерывном не дискретном режиме времени, собирая и организуя световую информацию, в отличие от фотокамеры. Существует множество причин считать, что сетчатка действует как система компрессии информации. Это подтверждается реальной анатомической ситуацией. 100 миллионов фоторецепторов в сетчатке соединяются только с одним миллионом нейронов в клетках ганглия. С другой стороны, не все клетки в сетчатке активны одновременно, поэтому возможность компрессии не может быть определена просто из соотношения количества нейронов и фоторецепторов. Можно предположить, что компрессия в сетчатке основана на том, что биологические системы с ограниченным информационным ресурсом воспринимают не всю информацию, имеющуюся в окружающей среде. Но априорное знание отвергает эту версию. Альтернативная теория ретинальной обработки информации предполагает, что она полностью использует все имеющиеся данные и оптимально их обра-

батывает. Принципиальная схема такой обработки базируется на естественном изображении и принадлежит к типу статистических сигналов, и ретинальная обработка использует статистическое ожидание для обработки массы информации, приходящей от внешней окружающей среды. Некоторые из тех теорий, предложенных Barlow [11], а также McCarthy и Owen [12], описаны в следующем разделе.

Экологический подход к ретинальной обработке

McCarthy и Owen предложили теорию визуальной обработки информации, основанную на статистике натурального изображения [12], которая может быть полезной при конструировании профессиональных кодирующих устройств передачи информации. Детали теории находятся за пределами этой статьи, но ключевые её моменты заключаются в следующем:

1. Зрение использует статистические характеристики естественных изображений.
2. Первый этап ретинальной обработки – низкочастотная фильтрация – необходим для снижения квантового фотонного шума при визуальном восприятии.
3. Второй этап ретинальной обработки – полосовая фильтрация – производит предварительный подсчёт ошибки, связанной с первым этапом ретинальной обработки, и использует этот сигнал ошибки для адаптации глаза к изменениям освещённости.
4. Выходной сигнал ретинальной обработки – это кодированная форма сигнала ошибок, который существенно коррелирован с «непредвиденными», т.е. неестественными изменениями в воспринимаемом изображении. Выходной сигнал предсказывает отслеживающие движения глаза и выделяет визуальные границы, наиболее значимые для визуального восприятия человека. Vi и др. [13] представляют доказательство того, что сетчатка адаптирована к воспринимаемому изображению (рис. 2).

Самый верхний сигнал на рис. 2 иллюстрирует изменяющийся во времени световой стимул на фоторецепторе во время эксперимента в лаборатории. Изменения в интенсивности света стимула соответствуют расстоянию между голубыми (уровень белого шума) и белыми линиями, где красная линия – уровень освещённости натуральной сцены. Такая же пара стимулов повторяется и далее во времени. Средний сигнал на рис. 2 представляет число фотонов, поглощённых приёмным устройством во времени. Захват фотона – это случайный процесс, который может быть описан как распределение Пуассона. Важно, что случайный захват фотона маскирует ясные различия между стимулами белого шума и стимулом натуральной сцены. Фотоны – это единственные

сигналы, получаемые фоторецепторами и, следовательно, всей сетчаткой от внешнего мира. Это очень зашумлённый сигнал даже в ярком дневном свете. Нижний сигнал на рис. 2 показывает электрическую реакцию нейрона в этом эксперименте. Видно, что фоторецептор хорошо реагирует на стимул естественного изображения и плохо реагирует на стимул белого шума. Фоторецептор, таким образом, адаптирован для регистрации естественного стимула и неопределённо реагирует на белый квантовый шум. Сетчатка реагирует на логарифм интенсивности света. Клетки сетчатки адаптированы также на скорость, с которой они реагируют, и на область пространства, в котором они интегрируют сигналы. На рис. 3 проиллюстрирована пространственная адаптация сетчатки.

Рисунки 3(a)–3(c) представляют мгновенный снимок фотонов, захваченных в слое фоторецептора. При малом уровне освещённости (рис. 3(a)), фотоны создают расплывчатое изображение. Более яркий свет (рис. 3(b) и 3(c)) обеспечивает больше информации для зрения, но при этом входной сигнал очень зашумлён. На рис. 3(d)–3(f) проиллюстрировано действие горизон-

тального слоя клеток. Горизонтальные клетки действуют как низкочастотные пространственные фильтры и создают эффект более точного воспроизведения источника информации, чем делают сами фотоны. По мере того, как яркость стимула увеличивается (рис. 3(e) и 3(f)), горизонтальные клетки сжимают их пространства восприятия сигнала. Таким образом, сигнал обратной связи производит более резкое изображение на нервных окончаниях. Такая обработка сигналов и изображений, как признают эксперты, часто используется для разработки систем повышения резкости изображений.

Field [14] представил убедительные данные, что натуральные изображения относятся к классу сигналов, у которых среднее значение спектра мощности понижается пропорционально обратному квадрату пространственной частоты. Множество ненатуральных изображений имеют другую зависимость среднего значения спектра мощности. Такие спектры мощности иногда упоминаются как инвариантные к спектру мощности потому, что они описывают системы, в которых энергия ассоциируется с мелкомасштабными изменениями по сравнению с

системами, где энергия ассоциируется с широкомасштабными изменениями. В соответствии с наукой о зрительном восприятии и обработке изображений, естественные изображения имеют вероятностную статистику, которая предполагает, чтобы глаз адаптировался для использования таких вероятностей.

McCarthy и Owen [12] предположили, что первый этап ретиальной обработки представляет собой оптимальный фильтр шума. Оптимальный фильтр имеет среднеквадратичную ошибку. Винеровские фильтры относятся к классу фильтров со среднеквадратичной чувствительностью, которые работают с входными сигналами, определяемыми их средней по ансамблю мощностью спектра.

Примем допущение, что источник изображения окружающей среды свободен от шума, но наблюдаемое изображение сопровождается некоррелированным квантовым шумом. Действием соответствующего Винеровского фильтра будет просто ожидаемый спектр мощности первоначального изображения, делённого на ожидаемый спектр мощности наблюдаемого сигнала, «сиг-

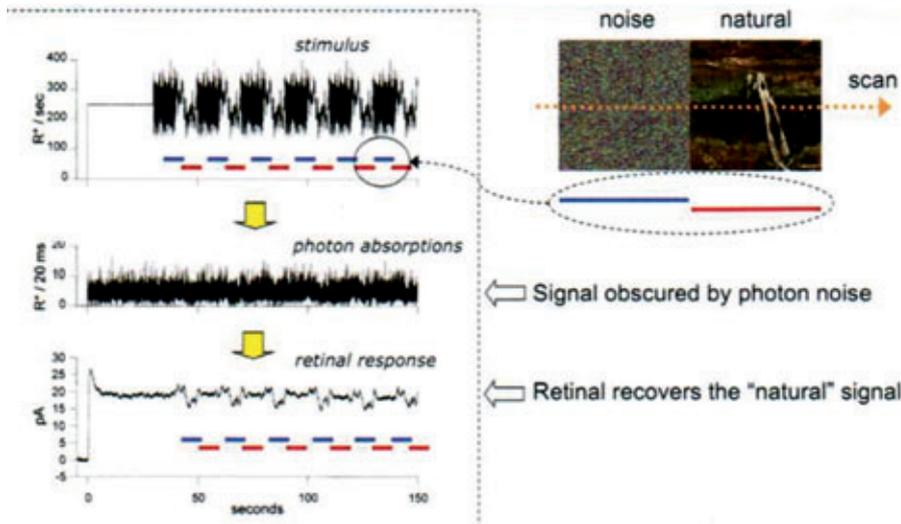


Рис. 2. Адаптация сетчатки к воспринимаемому изображению

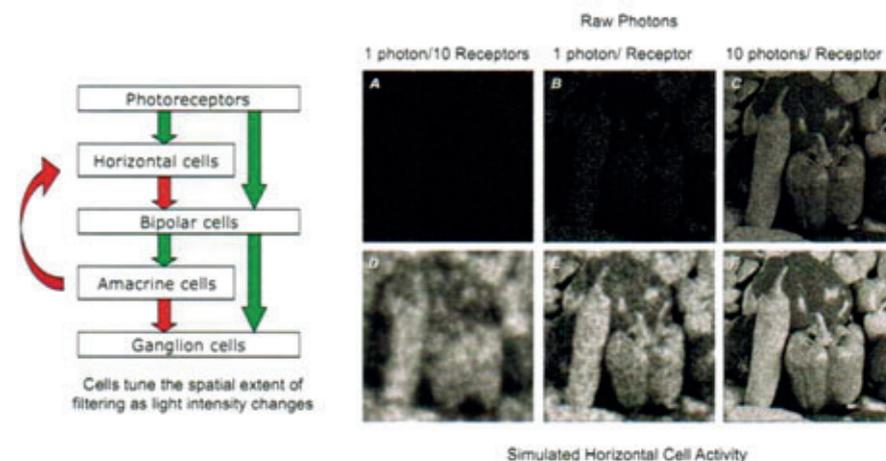


Рис. 3. Пространственная адаптация сетчатки глаза

нал плюс шум». Величина спектра – это двойная пространственная функция свёртки, функция рассеяния точки (ФРТ) или восприятие поля в ретинальной биологии. Данные Hare и Owen [15] показывают, что пространственная функция распределения интенсивности, предсказанная теорией оценки Винера, и действия горизонтальной клетки отвечают предположению, что предварительная обработка информации в сетчатке соответствует оптимальному шумовому фильтру. Важным элементом теории оптимальной фильтрации является то, что фильтр настраивается в соответствии с изменением интенсивности света. Это происходит потому, что квантовый шум изменяется линейно с интенсивностью света, тогда как мощность сигнала изменяется как квадрат интенсивности света. ФРТ в горизонтальных клетках становится меньше на более светлых уровнях, хотя и сохраняет свою форму.

Обычно метод адаптивной обработки сигнала формирует сигнал ошибки, который используется для обратной связи. Принимая во внимание, что горизонтальная клетка действует как оптимальный анализатор сигнала в присутствии квантового шума, можно предположить, что двуполярная клетка будет являться оптимальным анализатором ошибки первого этапа преобразования. Ошибка прогнозировано увеличивается, когда мощность ансамбля сигналов и мощность ансамбля шумов равны, потому что мощность входного сигнала определяется с одинаковыми весовыми коэффициентами сигнала и шума. На более высоких пространственных частотах изменения во входном сигнале, скорее всего, будут результатом квантового шума. На низких частотах изменения входного сигнала будут результатом сигнала от окружающей среды. Фильтр, представляющий эту ситуацию, будет полосовым фильтром с пиковым значением на частоте, при которой мощность сигнала и шума равны. Соответствующая ФРТ в сетчатке имеет форму окружности, в которой стимулы в центре поля восприятия представляют одну полярность, а стимулы в окружении представляют противоположную полярность. По данным Hare [15], ФРТ, предсказанная теорией ошибок, будет неопределённой для некоторых двуполярных клеток.

Взгляд инженера на обработку сигнала – пересмотренный

Теперь пересмотрим взгляд инженера на обработку сигнала с лучшим пониманием того, как сетчатка выполняет определённые операции. Низкочастотная фильтрация выполняется горизонтальными клетками, представляющими собой низкочастотный фильтр. ФРТ имеет форму, оптимально отделяющую натуральные (обратно пропорциональные квадрату частоты) корреляции от случайных (белых) корреляций, и половинной частотой фильтра, равной частоте, при которой мощность натуральных корреляций равна мощности случайных корреляций. Соответственно полосовой фильтр, представляемый слоем биполярных клеток, как теперь понятно, создаёт наилучшие условия для ликвидации ошибок, допущенных первой стадией обработки оптимальным шумовым фильтром. Сигнал

ошибок определяется качеством оптимального шумового фильтра первой стадии. По мере того, как уровень освещённости изменяется и, соответственно, изменяется отношение сигнала и квантового шума, средние абсолютные значения сигнала ошибки также изменяются. Это изменение будет сигналом горизонтальным клеткам расширять или сужать их ФРТ и таким образом адаптировать оптимальный фильтр первой стадии для наилучшей работы на новом уровне освещённости.

Ключевое значение – статистическая неопределённость, равная визуальной чувствительности

Выходной сигнал сетчатки может быть представлен как сигнал с закодированной ошибкой, имеющий тенденцию увеличения зоны максимальной визуальной неопределённости. Такая неуверенная область должна быть ясной областью, чтобы животное могло увеличить свои шансы выжить в естественной окружающей среде.

Согласно исследованиям McCarthy и Owen, выходной сигнал клетки ганглия – это единственная информация, поступающая в мозг, которая имеет сигнал «неопределённости», который содержит два вида информации:

1. Зоны неуверенности, где локальные корреляции в изображении могут быть атрибутированы как шум при реальном изменении визуальной обстановки.

2. Зоны, содержащие локальные корреляции, которые отклоняются от статистически ожидаемых. В некотором смысле, это будут «неопределённые» корреляции, которые необходимо внимательно рассмотреть. Рис. 4 представляет собой модель первого этапа визуальной обработки.

Представим, что выходной сигнал сетчатки, коррелированный с локальной статистической неопределённостью обеспечивает некоторое повышение уровня перцептуального и визуального ощущения. Следящие движения глаза и саккады, в этом случае могут быть рассмотрены как желание потратить больше времени для обнаружения и уменьшения зон высокой неопределённости. Подобно этому, зоны высокой активности в выходном сигнале сетчатки коррелированы с зонами важного восприятия, так как они содержат важную в смысле статистического ожидания информацию.

Специалисты в области обработки видеосигналов заметят, что выходной сигнал сетчатки подобен сигналу обработки изображений для выделения краёв и текстурных деталей. Наша точка зрения заключается в том, что теория в данном контексте обеспечивает понимание того, почему края изображения принципиально важны. Согласно теории, предложенной McCarthy и Owen, края указывают на то, как изменяется общий масштаб изображения, и требуют большего внимания к уменьшению неопределённости. Не столь важна неопределённость самого края, сколько области, расположенной вокруг этого края, которая обеспечивает понимание основной природы восприятия, замаскированной эффектом полос Маха и иллюзией сильного возрастания контраста около краёв.

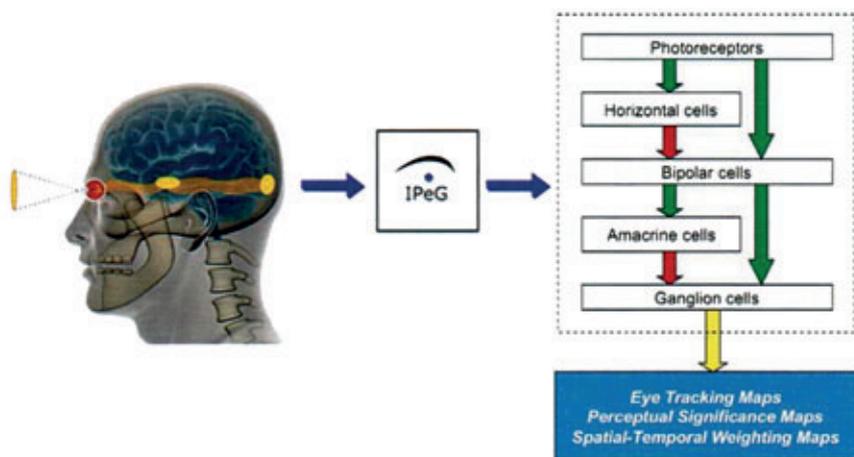


Рис. 4. Схема модели первого этапа визуальной обработки

Инструментарий для перцептуальной обработки видеосигнала

Операции обработки сигнала были описаны многими авторами и содержат анализ в области пространства, времени и цвета, а также комплексного анализа в этих областях для получения комплекта инструментов, средств программирования и оборудования, которые можно использовать для улучшения изображения и процесса видеобработки. Товарный знак этого метода имеет название IPeG (Integrated Perceptual engineering Guide). По существу, IPeG является комплектом запатентованных алгоритмов, обнаруживающих и измеряющих визуальную неопределённость, являющуюся основой зрительного восприятия и дающую результаты, используемые для улучшения эффективности компрессии. Существует несколько направлений улучшения эффективности компрессии – это улучшение предварительной обработки для более эффективного использования информации в кодирующем устройстве, эффективное использование частотного диапазона и оптимизация устройства отображения визуальной информации. В статье приводятся два примера предварительной обработки информации.

Методология PVP

PVP использует технологию IPeG для выявления места и составления матрицы перцептуальных полей, которая является основной функцией различения, где необходима последующая обработка. Она обеспечивает измерение перцептуальных полей для использования в предварительной обработке IPeG, чтобы сохранить текстуру и детали, которые наиболее важны для зрительного восприятия (рис. 4).

PVP включает два составляющих элемента предварительной обработки, которые определяют модель перцептуальной IPeG для получения лучшего изображения при более низком битрейте. Этими элементами являются адаптивный детектор деталей (ADP) и трёхмерный фильтр шума (3DNR). 3DNR является комбинацией пространственного и временного фильтров. Он эффектив-

но снижает уровень шума в области, где глаз быстро перемещается. Целью ADP фильтрации является сохранение визуально важных деталей, снижения шума квантования, импульсного шума и существенной компрессии деталей, к которым глаз не чувствителен.

Снижение шума

Снижение шума – свойство видеокомпрессии. При этом обеспечивается значительное снижение ширины полосы частот при сохранении качества видеозображения. Существует несколько видов снижения шума: простые пространственные фильтры; адаптивные к движению времен-

ные фильтры (MATF); компенсирующие движение временные фильтры (MCTF) и более сложные схемы, представляющие собой комбинации основных типов фильтров, основанных на обработке сигнала и шума. Некоторые полосовые фильтры снижают резкость изображения и дают артефакты. Эти артефакты получаются отчасти потому, что были не определены зоны изображения или видеосигнала согласно их зрительному восприятию. Целью эффективности действия должно быть уменьшение шума при сохранении резкости изображения и отсутствии артефактов движения. Предложенный новый процесс снижения шума направлен на достижение этой цели. Оригинальные видеоданные поступают на обработку по методологии IPeG для получения сигнала, содержащего предварительный анализ шума в изображении, подобного тому, как горизонтальные клетки в сетчатке отделяют сигнал от шума. Обработка IPeG также создаёт матрицу соответствия пиксель – пиксель внутри кадра, так что телезритель получает максимально правдоподобное изображение. В отличие от ранее рассмотренных шумовых фильтров, компенсация движения выполнена с использованием матрицы весовых коэффициентов восприятия, а не на реальных пикселях изображения. Компенсация движения с использованием матрицы весовых коэффициентов восприятия позволяет избежать появления артефактов движения, присутствующих в MCTF и MATF фильтрах. Матрица весовых коэффициентов восприятия совместно с анализом шума создаёт модифицированный сигнал шума, который потом извлекается от первоначального видеосигнала. Использование матрицы весовых коэффициентов восприятия подобно тому, как это происходит в зрительном анализаторе человека. Очень важно, что сохраняется резкость первоначального видеозображения. Мы находим, что указанная обработка даёт возможность снизить ширину полосы частот до 20% без потери визуального качества изображения.

IPeG (3DNR) пространственное снижение шума

IPeG (3DNR) создано для снижения случайного шума в процессе компрессии. Основой для системы 3DNR яв-

ляется комбинация элементов пространственного фильтра и фильтра временной компенсации движения, которые, действуя совместно с IpeG, определяют области, где возможно сильное уменьшение шума. 3DNR сперва отделяет элемент шума, после этого используется матрица весовых коэффициентов восприятия для управления системой. При этом преобразуется элемент шума, чтобы наименее важный визуальный остаток мог быть вычтен из оригинала (рис. 5). 3DNR процесс представлен следующими разделами:

1. Отделение слоя шума от оригинала.
2. Определение перцептуальной чувствительности.
3. Идентификация релевантности (смыслового значения) шума.
4. Вычитание шума из оригинального изображения.

Результаты от использования 3DNR очевидны, её использование может быть более эффективно, чем использование традиционных технологий MCTF. Окончательный результат 3DNR процесса – удаление шума при сохранении резкости изображения. С уменьшенным шумом кодек может стать более дешёвым и обеспечивать лучшее качество изображения при более низком битрейте.

Уменьшение энтропии

Некоторые кодеры используют методы уменьшения битрейта при использовании пространственной фильтрации, медианных фильтров и снижения разрешения, чтобы эффективно сжать сложный видеоконтент при минимальной ширине частотного диапазона. В результате получается нерезкое или выглядящее искусственно видеоизображение, так как не было надёжных критериев для понимания значимости различных характеристик изображения. Целью эффективного управления должны быть сохранение важных характеристик, таких, как контуры, текстуры и т.д., уменьшение кружка рассеяния и оптимизация эффективности работы в зонах, которые одновременно трудны для восприятия и для компрессии, как проиллюстрировано на рис. 6.

Метод управления воспринимаемыми деталями представлен в верхней части рис. 7.

Несмотря на то, что некоторые основные детали имеют существенное различие, общая схема подобна методу снижения шума. Система IpeG производит предварительный подсчёт деталей внутри видеоизображения, на которых сосредоточено основное внимание телезрителя. Система IpeG также создаёт пиксельно-пиксельную матрицу весовых коэффициентов, обеспечивая информацию о том, насколько трудно было бы телезрителям различить детали и прогнозировать направление движения внутри кадра. Эта матрица использована как основа для компенсации движения и исключения артефактов движения, которые смазывают обрабатываемое изображение.

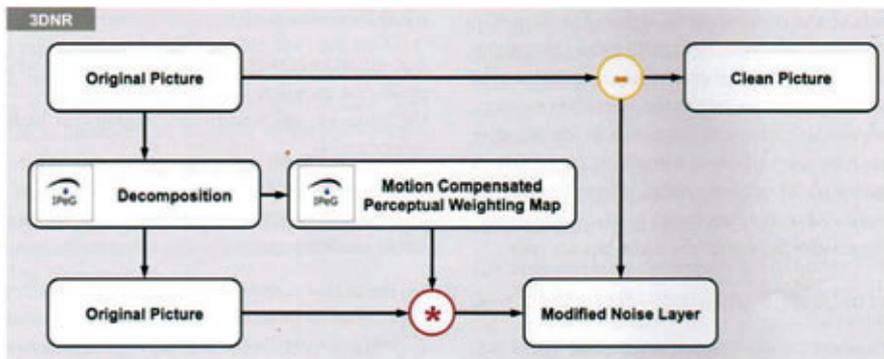


Рис. 5. Схема действия системы 3DNR



Рис. 6. Эффективное управление с целью сохранения характеристик изображения при сжатии видеоконтента

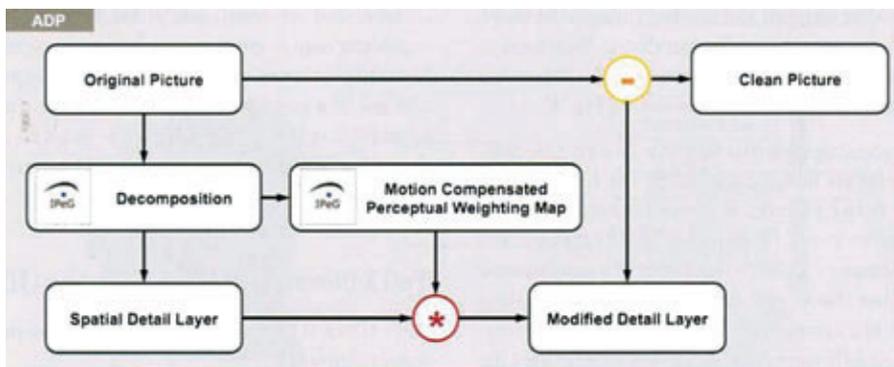


Рис. 7. Схема метода управления воспринимаемыми деталями

После того, как совмещены слой пространственных деталей и матрица весовых коэффициентов, создаётся доработанная матрица, детали которой вычитаются из оригинального видеоизображения. В результате получаемое видеоизображение имеет такое же визуальное качество и структуру, как оригинал, но при этом повторяющиеся биты компрессированы.

IPeG адаптивное сохранение деталей (ADP)

IPeG адаптивное сохранение деталей ADP определяет и обеспечивает обработку некоррелированных деталей, которые глазу трудно отследить. Например, выполняется взрыв конфетти. ADP определяет, что элементы движения конфетти имеют высокую степень случайности, и глаз не приспособлен отслеживать эти движения. ADP может осуществить в этих областях значительную предварительную обработку, позволяющую кодеру использовать минимальное количество бит в ключевой части изображения. ADP позволяет системе комплексно управлять основой компрессии. Перцептуальная модель эффективно и последовательно использует фильтры и позволяет системе включать сценарии, которые могут быть проблемными. Нарезки, отдельные кадры и инверсный показ – это примеры проблем, которыми система может хорошо управлять. С использованием этих механизмов система эффективно и последовательно сохраняет детали, наиболее соответствующие зрительному восприятию.

Работа системы ADP подразделяется на следующие этапы:

1. Выделение некогерентных деталей в изображении.
2. Определение перцептуальной чувствительности.
3. Идентификация нерелевантной детали.
4. Вычитание её из оригинального изображения.

Результаты действия ADP

1. Использование детальной матрицы весовых коэффициентов для селективного снижения деталей, которые трудно одновременно сохранить и компрессировать.
2. Сохранение важных деталей (например, граней и фоновых деталей).

ADP, содержащий PVP с использованием алгоритма IPeG, оптимален для сохранения наиболее визуально значимых деталей. Алгоритм маскирования управляет мощной фильтрующей технологией для сохранения деталей, наиболее важных для зрительного восприятия. Результатом будет получение лучших изображений при более низких битрейтах.

Заключение

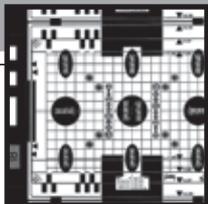
Рассмотрены некоторые основы построения теории зрения для определения границы настройки изображения и обработки видеосигнала в зрительном анализаторе. Главная тема этой статьи – это то, что работу зрительного анализатора можно интерпретировать в инженерных характеристиках изображения и обработки видеосигнала. Концепцией снижения ошибок можно объяснить множество явлений при зрительном восприятии изображений. Спе-

циалисты физиологической оптики и офтальмологи поймут, что строение сетчатки глаза, представленное в статье, является некоторым упрощением. Рассмотренная система обработки видеoinформации в сетчатке глаза может стать благодатной почвой для новых идей при построении следующего поколения биоинженерных технологий. Описаны достижения систем предварительной обработки видеосигнала перед компрессированием, использующем перцептуальные модели, идеи, и принципиальные схемы, содержащиеся в этой статье. Проведённые исследования показали, что перцептуальные системы обработки видеосигналов могут улучшить эффективность компрессии до 50% и более, что реализовано в MPEG-4/AVC.

Автор перевода благодарит научных сотрудников Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН: доктора биологических наук Д.С. Лебедева и доктора биологических наук Г.И. Рожкову за весьма ценные замечания по тексту перевода. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Z. Wang and A. C. Bovik, «Mean Squared Error: Love It or leave It,» *IEEE Signal Process. Mag.* 28:98-117, Jan. 2009.
2. S. Winkler, *Digital Video Quality: Vision Models and Metrics*, John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, West Sussex, England, 2005.
3. *Digital Video Image Quality and Perceptual Coding*, Edited by H. R.Wu and K.R. Ra.CRC Press, 2006.
4. ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 144496-10 AVC, «Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services,» International Telecommunications Union, Geneva, 2002.
5. J.E. Dowling, *The Retina: An approachable Part of the Brain*, Harvard Univ. Press: Cambridge, MA, 1987.
6. S. He, R. Weiler, and D.I. Vaney, «Endogenous Dopaminergic Regulation of Horizontal Cell Coupling in the Mammalian Retina,» *J. Comp. Neurology*, (418) 1:33-40, Feb. 2000.
7. S.C. Bagel and J. E. Dowling, «Responsiveness and Receptive Filed Size of Carp Horizontal Cells are Reduced by Prolonged Darkness and Dopamine,» *Science*, 229 (4718V)1107-1109, Sept. 1985.
8. F. Attneave, «Information Aspects of Visual Perception,» *Psychol. Rev.* 61: 183-93, May 1954.
9. H.B. Barlow, *The Coding of Sensory Messages: Current Problems in Animal Behaviour*, Ed. W. H. Thorpe and O. L. Zangwill, Cambridge University Press: Cambridge, MA, 331-360, 1961.
10. S. Watanabe, «Information-Theoretic Aspects of Inductive and Deductive Inference,» *IBM J. Res. Dev.* 4,208-231, April 1960.
11. H.B. Barlow, «Redundancy Reduction Revisited,» *Network: Comput. Neural Syst.*, 12:241 -253, Aug. 2001.
12. S.T. McCarthy, and W. G. Owen, «Apparatus and Methods for Image and Signal Processing,» US Pat. 6014468 (2000), US Pat. 6360021 (2002), US Pat. 7046852 (2006), 1998.
13. T.Q. Vu, ST., McCarthy, and W. G. Owen, «Linear Transduction of Natural Stimuli by Light-Adapted and Dark-adapted Rods of the Salamander,» *J. Physiol.* 505(1): 193-204, Nov. 1997.
14. D.J. Field, «Relationship between the Statistics of Natural Images and the Response Properties of Cortical Cells,» *J. Opt. Soc. Am., A 4 (12):* 2379-2394, Dec. 1987.
15. W.A. Hare and W. G. Owen, «Spatial Organization of the Biplolar Cell's Receptive Field in the Retina of the Tiger Salamander,» *J. Physiol.* 421:223-245, Feb. 1990.



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ. Мыльный пузырь софтверного бизнеса. Что делать?

Г.В. Фокин,
исполнительный
директор корпорации
правообладателей
«ФИНАС»



Аннотация

Автоматизация прочно вошла в экономику и управление. Мировая и отечественная экономика «выходит из кризиса». Нарастают продажи программных продуктов и услуг «авторского сопровождения» их эксплуатации. Однако подо всё это заложена мина замедленного действия – признание, паспортизация, легальное использование интеллектуальной собственности и соблюдение интеллектуальных прав. В софтверном бизнесе «кризис жанра» разразится, когда покупатели, технологи и налоговики зададут очевидный вопрос: чем торгуете? Если у Вас нет нематериальных активов, то Ваши «коробочные лицензии» и лицензионные соглашения ничтожны. Не вешайте Ваших «отложенных проблем» на наши головы, пересчитайте налоги, заплатите штрафы и спите спокойно. Когда это случится с Вашим предприятием? – решайте сами. Снизить риски правообладателя поможет менеджмент интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам.

Ключевые слова: автор, авторское право, авторское свидетельство, аккредитация, аттестация, сертификация, изобретение, инновации, интеллектуальная деятельность, интеллектуальная собственность, информационные технологии, лицензионное соглашение, менеджмент.

■ Мировой софтверный бизнес – рынок интеллектуальной собственности в виде отчуждения имущественных интеллектуальных прав, лицензионных соглашений об использовании программного обеспечения, баз данных и розничных продаж экземпляров программных продуктов в сопровождении «коробочных лицензий». Более половины бюджета международных софтверных гигантов тратится на признание, паспортизацию и защиту интеллектуальной собственности от не причастных лиц – об этом свидетельствуют «интеллектуальные» и «информационные» войны софтверного бизнеса.

Болевые точки отечественного софтверного бизнеса – отсутствие или недостатки оформления нематериальных активов, неразрешённые проблемы с авторами

и первичными правообладателями программ для ЭВМ (работниками) и, как следствие – торговля «воздухом», введение в заблуждение и нарушение налогового законодательства. Даже дистрибьюторы программного обеспечения выдают желаемое за действительное – маскируют агентские договоры под лицензионные соглашения и торгуют с нарушением законодательства об интеллектуальной собственности.

Капитализация софтверного предприятия – рыночная стоимость имущественных интеллектуальных прав в составе нематериальных активов. Почти вся налоговая нагрузка софтверных компаний связана с ФОТ и НДС (нематериальные активы предприятий налогом на имущество не облагаются). Офисы, как правило, являются наёмными, АРМ – неликвидами (их стоимость быстро

амортизируется). Аналитики, разработчики, тестировщики и другие специалисты всегда готовы к миграциям – как перелётные птицы летят в тёплые края к щедрым кормушкам. Они не просто уходят – забирают с собой интеллектуальную собственность работодателя, которую он своевременно не легализовал и не закрепил за собой в установленном порядке (статья 1295.2, 1298.2 ГК РФ).

Последние годы софтверные компании главным своим документом называют лицензионную политику, которая, при внимательном рассмотрении, является не более чем системой скидок и наценок на «авторское сопровождение» эксплуатации проданных программных продуктов. Наличие интеллектуальной собственности и её использование без нарушения интеллектуальных прав подтвердить ничем не могут, однако все скидки и наценки объясняют своим «исключительным интеллектуальным правом».

Автоматизация прочно вошла в экономику и управление – «Интернет-коммерция», «Облачные технологии и коммуникации», «Порталы государственных услуг», «Цифровые деньги», «Электронное правительство», «Электронные кадастры» и так далее. И подо всё это заложена мина замедленного действия – признание, паспортизация, легальное использование интеллектуальной собственности и соблюдение интеллектуальных прав.

Пока этот вопрос ещё не задаётся первым, даже по государственному заказу, в первую очередь, спрашивают – сколько стоит? Что это из себя представляет, необходимость (целесообразность), функциональность и сервис – второй вопрос. Проблемы с авторами и правообладателями средств автоматизации, вытекающие из статьи 1228.3 ГК РФ, заказчикам и покупателям даже в голову не приходят; большинство заказчиков не имеют идеологии, методологии и практики менеджмента интеллектуальной собственности. Однако критическая масса рисков софтверного бизнеса накапливается, и проблемы не заставят себя ждать – если болезнь «запущена», то «летальный исход» неизбежен.

Покажет продавец свидетельство о регистрации программы для ЭВМ или патент – и всё. Однако патенты не применимы к программам для ЭВМ, а свидетельство о регистрации не является правоустанавливающим документом и отражает только частное, ничем не подкреплённое мнение заявителя регистрации. После сделки эта «головная боль» становится естественным состоянием покупателя. И обжаловать нечего, незнание закона не освобождает от ответственности за его нарушение – несанкционированное использование интеллектуальной собственности и нарушение интеллектуальных прав.

Планом ТК481 «Интеллектуальная собственность» предусмотрена разработка национальных стандартов: «ИС. Термины и определения»; «ИС. Научные открытия»; «ИС. Управление при дистанционном обучении»;

«ИС. Научные произведения»; «ИС. Распределение интеллектуальных прав между заказчиком, исполнителем и автором на охраняемые результаты интеллектуальной деятельности, создаваемые и/или используемые при выполнении НИОКР»; «ИС. Защита интеллектуальных прав при экспорте продукции военного, специального и двойного назначения»; «ИС. Управление в особой экономической зоне»; «ИС. Управление в государственной корпорации»; «ИС. Управление в сфере биотехнологий»; «ИС. Управление в сфере инфокоммуникационных услуг»; «ИС. Международно-правовая защита».

Однако целесообразность и эффективность этих стандартов вызывает сомнения: управление интеллектуальной собственностью при дистанционном обучении, в особой экономической зоне, в государственной корпорации, в сфере биотехнологий или в сфере коммуникационных услуг ничем не отличается; распределение интеллектуальных прав между заказчиком, исполнителем НИОКР, автором РИД и защита интеллектуальных прав при экспорте продукции военного, специального и двойного назначения регламентируется законом и договором, стандарт ничего нового привнести в эти правоотношения не может; научные произведения сами по себе являются интеллектуальной собственностью, а научные открытия, в силу статьи 1259.5 ГК РФ, интеллектуальной собственностью не признаются – зачем же «наступать на грабли»?

Между тем риски правообладателей по созданию, признанию, паспортизации, отчуждению (переходу от работника к работодателю), учёту в составе нематериальных активов, использованию служебной интеллектуальной собственности, коммерциализации имущественных интеллектуальных прав... давно определяются качеством менеджмента интеллектуальной собственности, организованного на основе стандартов, методических пособий серии «Интеллектуальная собственность и инновации» и локальных нормативных актов, технологической документации хозяйствующих субъектов.

Молодые дипломированные специалисты этого не воспринимают – учили другому, нет кругозора и опыта. Переписывать «типовые локальные нормативные акты» как рефераты могут, но проблемы после этого из локальных становятся глобальными – дипломы, учёные степени или погоны не гарантируют компетентность и позитивный результат.

Часто просят привести пример – сколько угодно, посмотрите публикации в научно-практических журналах и сайты «высокотехнологичных инновационных компаний». На каждом из этих сайтов или электронном издании СМИ присутствует копирайт и грозное предупреждение – *все права защищены*. Какие права? На что? Чем защищены? От «правообладателей» ни одного внятного ответа получить до сих пор не удалось.

Оценщики дают заключения о стоимости интеллектуальной собственности, не имея объективных подтверж-

дений её существования, и стоимость «интеллектуальной собственности» в результате её оценки, как правило, зависит от гонорара оценщика. При этом, о стоимости интеллектуальной собственности вообще говорить бессмысленно – интеллектуальная собственность неотчуждаема и участвует в гражданском обороте путём реализации имущественных интеллектуальных прав; можно говорить только о затратах на создание, признание интеллектуальной собственности и учётной стоимости нематериальных активов или об оценочной стоимости имущественных интеллектуальных прав (на интеллектуальную собственность).

Переходят из рук в руки и пылятся на полках только материальные носители интеллектуальной собственности. Согласно статье 1227 ГК РФ, «интеллектуальные права не зависят от права собственности на материальный носитель (вещь), в котором выражены соответствующие результат интеллектуальной деятельности или средство индивидуализации; *переход права собственности на вещь не влечёт переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности или на средство индивидуализации, выраженные в этой вещи, за исключением случая, предусмотренного статьёй 1291.2 ГК РФ*» (рукопись, скульптура, живопись).

Государственные контракты по реализации информационных технологий всегда содержат ссылки о принадлежности исключительного права на интеллектуальную собственность, но отсутствуют процедуры признания и подтверждения интеллектуальной собственности, её использования без нарушения интеллектуальных прав и отчуждения исключительного права или лицензионных условий использования интеллектуальной собственности. Более того, государственные контракты всё чаще приобретают признаки лицензионных соглашений на использование и модификацию интеллектуальной собственности при реализации информационных технологий и при отсутствии признания интеллектуальной собственности, по сути, становятся ничтожными.

«Электронное правительство» пополнилось «Электронными регионами». Региональные администрации задают закономерные вопросы – что покупаем? кому принадлежат и как соблюдаются интеллектуальные права? чем это подтверждается? что делать с претензиями авторов и правообладателей программных продуктов? каков правовой статус и применимость свидетельства о регистрации программы для ЭВМ? Но практика реализации и внедрения «Электронного правительства» в настоящее время ничего, кроме заявлений подрячиков – «так принято» – предложить не может.

Однако, не всё так мрачно. В частности, Министерство связи и массовых коммуникаций РФ, «РОСТЕЛЕКОМ», «АТ Consulting» и другие заинтересованные софтверные компании начали создавать корпоративные службы менеджмента интеллектуальной собственности.

Цель и задачи:

- восстановление отсутствующей документации и легализация прав на интеллектуальную собственность;
- доказательства для защиты имущественных интеллектуальных прав от претензий «заинтересованных лиц» на интеллектуальную собственность предприятия;
- минимизация налоговой нагрузки при внедрении корпоративной системы менеджмента интеллектуальной собственности и менеджмента качества РНТД;
- минимизация рисков несанкционированного использования интеллектуальной собственности и претензий «заинтересованных лиц»;
- объективное обоснование ценообразования, стоимости «интеллектуальных» продуктов и услуг авторского сопровождения их эксплуатации;
- предоставление гарантий заказчикам и инвесторам о легальности интеллектуальной собственности и соблюдении интеллектуальных прав;
- реструктуризация, увеличение, оптимизация имущественного комплекса предприятия и обеспечение других конкурентных преимуществ правообладателя;
- совершенствование системы управления затратами, рисками и коммерциализация имущественных интеллектуальных прав.

Технология менеджмента интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам поддерживается стандартами и методическими пособиями серии «Интеллектуальная собственность и инновации», сертификацией результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности, признанием и паспортизацией интеллектуальной собственности, ноу-хау, инноваций, единых технологий и страхованием рисков правообладателей по стандарту СТО.9003-10-2011. Это позволяет оперативно:

- актуализировать существующую и восстановить отсутствующую документацию для учёта имущественных интеллектуальных прав в составе нематериальных активов, оптимизации их учётной стоимости, применения льгот правообладателя по НДС и акционирования «добавленной стоимости»;
- документально оформить интеллектуальную деятельность, её результаты и снять разногласия работников и работодателя в отношении служебной интеллектуальной собственности, оплаты труда, авторского вознаграждения, интеллектуальных прав;
- документально оформить переход (отчуждение) исключительного права на служебную интеллектуальную собственность к работодателю и подтвердить полномочия предприятия в отношении интеллектуальной собственности;
- обосновать иски требования и собрать доказательства для защиты от несанкционированного ис-

- пользования интеллектуальной собственности и присвоения имущественных интеллектуальных прав «заинтересованными лицами»;
- обосновать ценообразование, стоимость «интеллектуальных» продуктов и услуг авторского сопровождения их эксплуатации; максимально увеличить стоимость имущественных интеллектуальных прав для их коммерциализации на рынке и по государственным контрактам;
 - объективно подтверждать акционерам, инвесторам, контролёрам, налоговикам, партнёрам, страховщикам... наличие, легальное использование интеллектуальной собственности, соблюдение интеллектуальных прав и применение льгот по НДС;
 - объективно подтверждать наличие, состав, правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности в объективной форме интеллектуальной собственности и отсутствие претензий, потенциальных требований работников, смежников и обременений интеллектуальной собственности;
 - определять направления и способы повышения эффективности использования интеллектуальной собственности и имущественных интеллектуальных прав;
 - оптимизировать стоимость имущественных интеллектуальных прав (фактические затраты на создание, оформление, признание интеллектуальной собственности) для учёта нематериальных активов и снижения налогового бремени;
 - совершенствовать систему управления предприятием в части менеджмента интеллектуальной собственности, соблюдения интеллектуальных прав, повышения компетентности и контроля исполнительской дисциплины должностных лиц;
 - увеличить, оптимизировать, реструктуризировать имущественный комплекс предприятия и получать конкурентные преимущества правообладателя;
 - уменьшить риски несанкционированного использования интеллектуальной собственности, в т.ч. связанных с претензиями конкурентов, контрагентов, смежников, выбывших работников и «заинтересованных лиц»;
 - управлять затратами производства и финансовыми потоками предприятия в части производственной интеллектуальной деятельности, восстановления отсутствующей документации и легализации прав на интеллектуальную собственность.

Стандартизованная технология менеджмента интеллектуальной собственности обкатана промышленностью, бизнесом и на государственных контрактах. Примеры эффективности менеджмента интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам:

- арбитражная практика разрешения споров по интеллектуальной собственности;
- легализация интеллектуальной собственности РФ в лице федеральных ведомств;
- легализация итогов государственных контрактов на информационные технологии;
- позитивное восприятие технологической документации налоговыми проверяющими;
- признание и паспортизация интеллектуальной собственности соискателей ВАК;
- разрешение конфликта интересов соавторов произведений и собственников СП;
- создание «интеллектуальных активов» по проекту «Электронное правительство»;
- создание корпоративных систем менеджмента интеллектуальной собственности;
- создание неправительственной системы стандартизации для управления рисками;
- страхование рисков правообладателей, страховое возмещение и т.д.

Эффективность менеджмента интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам определяется согласованностью работы специалистов по вопросам выявления, оценки соответствия, признания и паспортизации интеллектуальной собственности, экономики производственной интеллектуальной, научно-технической деятельности и учёта нематериальных активов, использования финансовых инструментов и юридического сопровождения управления рисками правообладателей. Ядром такой группы специалистов, как правило, на условиях лицензионных соглашений с правообладателями стандартов и методических пособий серии «Интеллектуальная собственность и инновации» с обязательствами консалтинга и/или аутсорсинга функций предприятий, согласно статье 261.1.19 НК РФ, являются разработчики и носители стандартизованной технологии менеджмента интеллектуальной собственности.

Технология менеджмента интеллектуальной собственности по стандартизованным алгоритмам переросла «опытную эксплуатацию» и стала частью инновационного менеджмента. В порядке обмена опытом можно привести оптимальный алгоритм легализации интеллектуальной собственности предприятия:

- документально оформить интеллектуальную деятельность и её результаты;
- объективно подтвердить наличие, состав, правовую охрану результатов интеллектуальной, научно-технической деятельности в объективной форме интеллектуальной собственности и отсутствие претензий «заинтересованных лиц»;
- документально оформить отчуждение (переход) исключительного права на интеллектуальную собственность от работника к работодателю, от исполнителя и субподрядчика к заказчику НИОКР и технологических работ;
- объективно подтвердить полномочия предприятия в отношении интеллектуальной собственности (произведений, топологий интегральных микросхем,

ноу-хау) по правилам системы сертификации СДС ОИС;

- оптимизировать стоимость имущественных интеллектуальных прав (фактические затраты на создание, оформление, признание интеллектуальной собственности) для учёта нематериальных активов и снижения налогового бремени;
- максимально увеличить стоимость имущественных интеллектуальных прав для их коммерциализации в порядке авторского надзора эксплуатации РНТД, наукоёмкой высокотехнологичной продукции и инноваций;
- актуализировать существующую и восстановить отсутствующую документацию для учёта имущественных интеллектуальных прав в составе нематериальных активов, оптимизации их учётной стоимости и применения льгот по НДС;
- обосновать отсутствие обременений, направления и способы повышения эффективности использования интеллектуальной собственности и имущественных интеллектуальных прав.

Однако финансово-хозяйственная, производственная и предпринимательская деятельность хозяйствующих

субъектов постоянно вносит коррективы, новые задачи и функциональные обязанности [7]. Поэтому основными инструментами корпоративной системы менеджмента интеллектуальной собственности вне зависимости от финансово-хозяйственной, производственной, предпринимательской деятельности хозяйствующих субъектов должны стать:

- обучение и повышение квалификации должностных лиц и специалистов по вопросам создания, оформления, признания, учёта и использования интеллектуальной собственности;
- методология и практика сертификации результатов интеллектуальной и научно-технической деятельности, признания и паспортизации интеллектуальной собственности, ноу-хау, инноваций (потенциально охраноспособных технических решений) и единых технологий по правилам системы сертификации СДС ОИС (государственный регистрационный № РОСС RU.Ж157.05АД00);
- стандарты, методические пособия серии «Интеллектуальная собственность и инновации» и целостная система документооборота по созданию, оформлению, признанию, учёту и использованию интеллектуальной собственности. ■

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Гусев А. «Интеллектуальная собственность и инновации» — «Консорциум «ВОДОРод» и НТЦ «ТАТА», 2010.
2. Фокин Г.В. «В России создаётся первый национальный стандарт в области гражданского оборота интеллектуальной собственности» — «Наука и технологии РФ», 2008.
3. Фокин Г.В. «Закон о передаче прав на единые технологии не имеет практического смысла» — «Наука и технологии РФ», 2008.
4. Фокин Г.В. «Интеллектуальная собственность — как посеешь, так и пожнёшь» — «Популярные НаноТехнологии», 2010.
5. Фокин Г.В. «Интеллектуальная собственность. Как поссорились Иван Иванович и Иван Никифорович» — «Современная Россия. Лица России», 2011.
6. Фокин Г.В. «Интеллектуальная собственность. Менеджмент без премудростей» — «ПРОАтом», 2011.
7. Фокин Г.В. «Легализация интеллектуальной собственности» — «ИКС» (2011) и «Наука в нефтяной и газовой промышленности» № 2, 2011.
8. Фокин Г.В. «Проблемы риск-менеджеров» — Социальная сеть «Закон.ру», 2011.
9. Фокин Г.В. «Производственная интеллектуальная деятельность: рекомендации по её совершенствованию» — «ИС. Промышленная собственность» № 11, 2010.
10. Фокин Г.В., Щербинина Т.Я. «Нематериальные активы предприятий» — «ПРОАтом», 2011.
11. Найден М. «Казуистика против создателей» — «Наука и технологии РФ», 2009.
12. Корчагина Н.П. «Комментарий к Федеральному закону «О передаче прав на единую технологию» — «ЮСТИЦИНФОРМ», 2007.
13. Корчагина Н.П. «Федеральный закон «Об исполнительном производстве»: новые правила обращения взыскания на исключительное право на результаты интеллектуальной деятельности» — «Право и Экономика» № 5, 2008.
14. Корчагина Н.П., Моргунова Е.А., Погуляев В.В. «Комментарий к части четвёртой Гражданского кодекса РФ (постатейный)» — «ЮСТИЦИНФОРМ», 2007.
15. Корчагина Н.П., Моргунова Е.А., Погуляев В.В. «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации: Комментарий к части четвёртой Гражданского кодекса РФ (постатейный)» — «ЮСТИЦИНФОРМ», 2010.
16. Обсуждение стандартов серии «Интеллектуальная собственность и инновации» — Система информационно-аналитических ресурсов ИНИОН РАН, 2011.



ПАНОРАМНЫЕ СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

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



■ Современные молодые кинозрители всего мира, восторгаясь гигантским размером экрана и эффектами окружающего звука в кинотеатрах IMAX, даже и не подозревают, что их дедушки и бабушки всего полвека назад всё это уже видели и слышали, посещая панорамные кинотеатры.

Идея увеличить размер киноэкрана по высоте и ширине для усиления впечатления естественности восприятия киноизображения, не ограниченного рамкой экрана, появилась ещё в первые годы существования кинематографа. Первая реализованная попытка создания панорамного изображения относится к кругорамному кинотеатру Синеорама (Cineorama) на Всемирной выставке в Париже 1900 года (см. Кругорамные системы кинематографа, МТК № 11, 2009).

А первая попытка использования сверхширокого экрана и панорамного кадра для решения художественных задач относится к 1927 году. 7 апреля 2012 года мировое кинообщество будет отмечать 85-летний юбилей со дня выхода на экран киноэпопеи Абея Ганса (Abel Gance) «Наполеон» (Наполеон). Это колоссальное историческое кинополотно продолжительностью 330 минут включало целый эпизод, снятый по трёхплёночной системе «Triptych» (Триптих), состоящий как из полиэкранных кадров, так и настоящих панорамных фрагментов.

Съёмка по системе «Triptych» велась синхронно тремя 35 мм кинокамерами с

классическим форматом немого кадра 24x18 мм и соотношением сторон 1.33:1. При проекции трёх кадров на экран образовывалось панорамное изображение с соотношением сторон 3.66:1

В 1934 году французская фирма «Andre Debrie» (Андре Дебри) специально для демонстрации фильмов по системе «Triptych» разработала двухканальную стереофоническую систему звука «Magigama» (Магирама), и фильм «Наполеон» был выпущен в повторный прокат в звуковом варианте со стереофоническим звуком.

Фильм Ганса Абея был во многом новаторским и опережал своё время, включая в себя, помимо трёхплёночных полиэкранных и панорамных фрагментов, цветные



Панорамные кадры по трёхплёночной системе «Triptych» из кинофильма «Napoleon» (1927)



Полиэкранный кадр по трёхплёночной системе «Triptych» из кинофильма «Napoleon» (1927)

фрагменты по системе «Keller-Dorian process» и стереоскопический эпизод, демонстрировавшийся по анаглифическому способу.

В дни работы Всемирной выставки искусств и техники в Париже ежедневно каждый вечер с 24 мая по 26 ноября 1937 года на внешней стене павильона «Света и Электричества» (Pavillon de la Lumière et de l'Électricité), представлявшей собой слегка вогнутый экран шириной 60 м и высотой 10 м, демонстрировался экспериментальный панорамный фильм французского режиссёра Жана Тедеско (Jean Tedesco) «Panorama au fil de l'eau» (Панорама бегущей воды). Для съёмки этого фильма были использованы две, синхронно работающие 35 мм кинокамеры с форматом кадра 25,4x19,05 мм, перед объективом которых устанавливались анаморфотные насадки «Hypergonar» с коэффициентом анаморфирования 2. Проекция велась двумя синхронизированными проекторами, также с анаморфотными насадками «Hypergonar». Таким образом, панорамное изображение состояло из двух, соединённых широкоэкранных кадров, с соотношением сторон каждого кадра, равным 2.66:1, и в сумме имело соотношение ширины к высоте, равное 5.32:1. Звуковая фонограмма была записана на третьей плёнке и синхронизировалась с проекцией.

Эксперименты в области панорамного кинематографа в 30-е годы прошлого века так и остались экспериментами. Уровень развития проекционной кинотехники того времени не мог обеспечить высококачественную проекцию на большой экран, в первую очередь, из-за слабого светового потока.

Мощная конкуренция со стороны бурно развивающегося на Западе телевидения в послевоенные годы заставила кинопроизводителей и кинопрокатчиков искать новые способы привлечения зрителей в кинозалы. Начался бум стереоскопического и широкоэкрannого кинематографа. Но первым в эту борьбу включился панорамный кинематограф.

К началу 50-х годов прошлого века были созданы кинопроекторы со световым потоком 10000 люмен, обеспечивающие высокий уровень яркости изображения на экране даже десятиметровой ширины. Это дало возможность реализовать идею создания сверхшироких дугообразных экранов с углом обзора почти 150°. При просмотре фильмов на таком экране восприятие зрителем изображения было более естественным, возникал эффект присутствия, изображение становилось как бы объёмнее и безграничнее.

Зритель находился как бы в центре события, почти как в реальной жизни. Особенно эффектными были эпизоды проездов и пролётов, широкие панорамы рек и гор.



Париж. Панорамный экран на внешней стене павильона «Света и Электричества» (1937)

Единственным вариантом оставалось применение для съёмки и проекции нескольких киноплёнок одновременно. Три плёнки – оптимально решали поставленную на том этапе задачу.

За всю историю панорамного кинематографа были разработаны и эксплуатировались всего три трёхплёночные системы: «Кинопанорама» в СССР, «Cinerama» (Синерама) и «CineMiracle» (Синемиракел) в США. Основные параметры и принципы работы каждой из них очень схожи друг с другом.

Съёмку панорамного фильма по трёхплёночной системе производят либо специальной трёхплёночной камерой (Cinerama и Кинопанорама), либо установкой из трёх обычных кинокамер (CineMiracle), смонтированных на специальной площадке таким образом, чтобы оси соседних объективов образовывали между собой угол, равный 48°.

Как уже было сказано выше, качество плёнки ещё было не высоким. Поэтому для съёмки панорамного изображения каждый из трёх кадров его был увеличен по высоте и ширине, соответственно, с 16 мм до 25,4 мм и с 22 мм до 28 мм. Соответственно увеличился и шаг кадра с 4 до 5 перфораций или с 19 мм до 28 мм. Соотношение сторон каждого из трёх кадров равнялось 0,9:1, что в сумме составляло соотношение ширины к высоте 2.72:1. Но поскольку во время съёмки, чтобы не допустить разрыва изображения предметов, попадающих на место стыка плёнок, часть изображения накладывается друг на друга в пределах угла, равного 2°, то в результате проекции трёх плёнок на экран это наложение становится равным 4°, а общий горизонтальный угол – 146°. Соотношение ширины к высоте панорамного изображения на экране равно 2.59:1.

В связи с ростом угловых размеров экрана, для обеспечения более частого мелькания кадра и, соответственно, более качественного показа, скорость съёмки и проекции панорамных фильмов увеличена в советской системе до 25 кадров в секунду и до 26 кадров в секунду – в американских.

Так же как и съёмка, демонстрация панорамного фильма осуществляется с трёх синхронно работающих кинопроекторов, оптические оси которых образуют между собой угол в 48° . Центральный проектор обеспечивает проекцию на центральную часть изогнутого по окружности экрана. Правый проектор демонстрирует левое изображение, а левый – правое. Таким образом, каждый из проекторов обслуживает только треть экрана, что позволяет демонстрировать панорамные фильмы на экраны площадью от 150 до 300 м² с хорошим уровнем яркости.

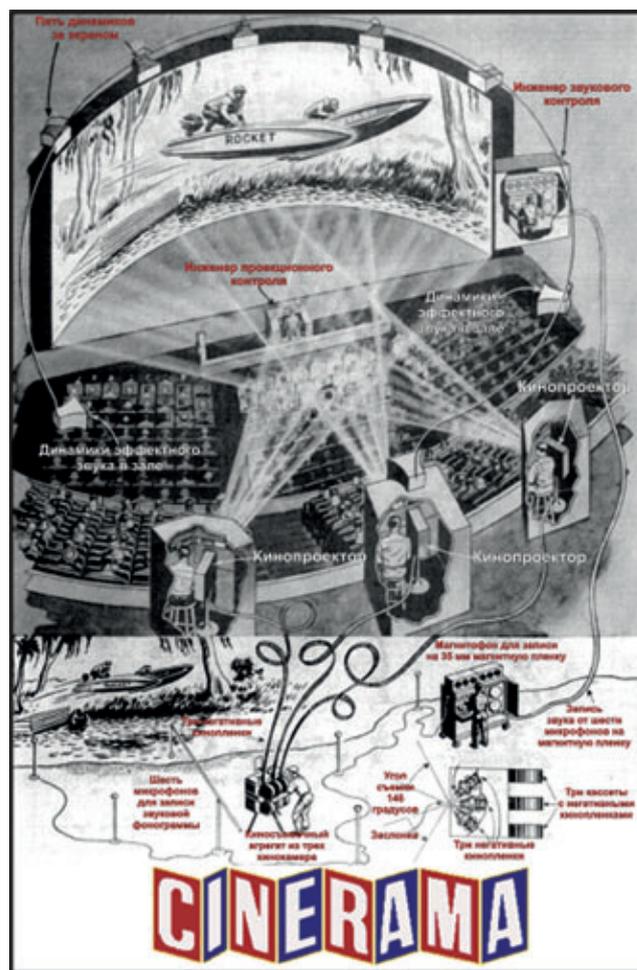
Экраны для панорамной проекции изготавливались из специального белого полотна, рассеивающего свет. Для хорошего прохождения звука с заэкраных громкоговорителей материал экрана имеет специальные перфорации. Для того чтобы ослабить взаимное засвечивание краёв экрана, правую и левую части экрана изготавливали из отдельных полос шириной около 20 мм каждая, накладывая их друг на друга внахлёст. Такая конструкция экрана несколько отклоняет отражаемые от полос лучи и ослабляет засвечивание.

Во время проекции каждая из трёх киноплёнок проецируется внахлёст, перекрывая друг друга на экране в пределах угла, равного 2° . Поскольку в местах наложения световые потоки двух кинопроекторов увеличивают яркость в два раза, то места стыков центрального кадра с правым и левым кадром образуют светлые полосы удвоенной яркости, как бы разделяя экран на три части.

В американской системе «Синерама» снижение яркости этих полос достигается путём применения в окне кинопроекторов быстродвижущихся гребёнок, быстро передвигающихся вертикально в пределах зоны нахлёста изображений. В советской системе «Кинопанорама» смягчение яркости этих полос производится во время печати позитивной копии путём впечатывания в зону нахлёста специального оптического клина.

Для демонстрации панорамных фильмов по советской системе в аппаратных устанавливается по два кинопроектора, обеспечивающих непрерывный показ фильма с бобин 600 м и 1200 м. В американских системах демонстрация панорамного фильма ведётся с перерывом, так как в каждой из трёх аппаратных устанавливается только один кинопроектор, обеспечивающий показ копии длиной до 2500 м в течение не более 55 минут, после чего требуется время для перезарядки кинопроекторов.

В системах «Синерама» и «Кинопанорама» кинопроекторы устанавливаются в трёх отдельных аппаратных, а в системе «Синемирикал» все три проектора устанавливаются в одной аппаратной: правый и левый проекторы устанавливаются под углом к центральному и осуществ-



Рекламная схема принципа съёмки и показа фильмов по системе «Синерама»

ляют проекцию на соответствующие стороны экрана через установленные под углом зеркала.

В отличие от двух американских панорамных систем, в советской Кинопанораме звуковая фонограмма, записанная на 35 мм магнитной плёнке, была не семи-, а девятиканальной. Каналы с первого по пятый обеспечивали стереофоническое звучание за экраном. Остальные каналы обеспечивали эффектный звук не только по стенам зала, но и на его потолке и в полу.

Отечественная звуковая девятиканальная система до сих пор используется в кинотеатре круговой кинопанорамы на ВВЦ (ВДНХ) в Москве.

CINERAMA

Работой по созданию американской системы «Синерама» руководил Фред Уалер (Fred Waller), создавший в 1939 году одиннадцатикамерную систему «Vitarama» (Витарамма) для проекции на сферический экран, которая в период второй мировой войны была преобразована в пятикамерную и использовалась в качестве тренажёра для лётчиков ВВС США. Звуковую часть проекта возглавил Хазард Ривес (Hazard Reeves) – пионер магнитной записи. Именно ему принадлежит идея созда-

ния семиканального звукового сопровождения для панорамных фильмов «Синерамы». Среди создателей «Синерамы» вице-президент Корпорации Синерама Ловел Джексон Томас (Lowell Jackson Thomas) – знаменитый американский комментатор; продюсер Майк Тодд (Mike Todd) – создатель широкоформатной системы кинематографа «Todd AO» (см. МТК №20, 2011); один из старейших продюсеров Голливуда Мериан С. Купер (Merian C. Cooper); кинооператор Гарри Скуир (Harry Squire), начавший свою карьеру кинооператора у Томаса А. Эдисона (Thomas A. Edison); легендарный голливудский пилот Пауль Мантц (Paul Mantz) – мастер воздушных съёмок.

30 сентября 1952 года в нью-йоркском «Broadway Theatre» прошла премьера первого панорамного фильма, снятого по системе «Синерама» – «This Is Cinerama» (Это – синерама). Для демонстрации фильма по новой системе в кинотеатре был установлен экран 23,7х7,9 м с дугой 146°.

Фильм имел колоссальный успех. Компания Синерама начала завоевывать кинозрителя не только в Америке, но и во всём мире. Более 170 кинотеатров по системе «Синерама» работали в 30 странах мира.

По трёхплёночной системе «Синерама» были сняты и выпущены в американский и мировой прокат 8 панорамных фильмов. Через год после выхода на экран советского игрового панорамного фильма «Опасные повороты» компания «Синерама» выпустила свой первый игровой панорамный фильм «The Wonderful World of the Brothers Grimm» (Сказочный мир Братьев Гримм). Его мировая премьера состоялась 14 июля 1962 года в Денвере (Denver) в кинотеатре «Cooper Cinerama».

А 1 ноября 1962 года в лондонском панорамном кинотеатре «Casino Theatre» начал своё триумфальное шествие по экранам мира вестерн «How the West Was Won» (Как был завоеван Запад). В 1964 году этот панорамный вестерн завоевал сразу трёх Оскаров. Блистательная режиссёрская и операторская работа, прекрасные актёры, захватывающий сюжет обеспечили фильму прокатный успех не только в панорамном, но и в обычном варианте. С приходом цифровых технологий этот фильм первым из панорамных фильмов был полностью реставрирован и выпущен в прокат и на DVD.

CINEMIRACLE

Панорамная система «Синемиракал» была разработана компанией «Smith-Dietrich Corporation». Для съёмки по системе «Синемиракал» была создана установка из трёх модифицированных кинокамер фирмы «Mitchell».

Камера А снимает через зеркало левую часть панорамы; В – центральная камера; камера С снимает через зеркало правую часть. На каждой из камер установлен объектив с фокусным расстоянием 27 мм.

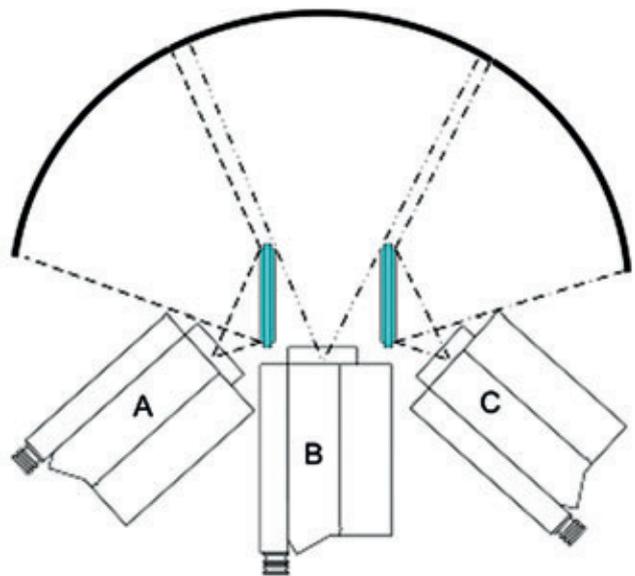
По системе «Синемиракал» был снят только один панорамный фильм «Windjammer: The Voyage Of The Christian Radich» (Парусник), премьера которого состоялась 5 апреля 1958 года в «Китайском Театре» (Graumons Chinese) в Лос Анжелесе (Los Angeles).

КИНОПАНОРАМА

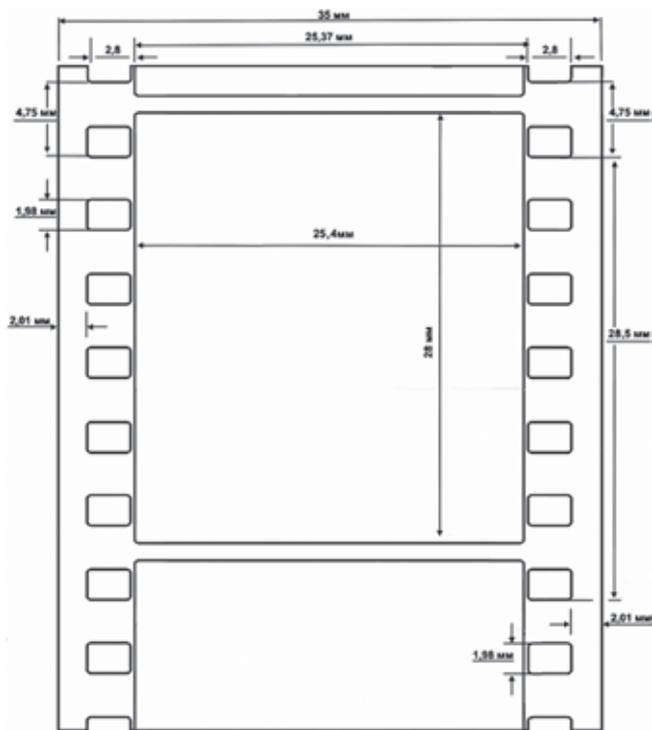
Разработка отечественной системы панорамного кинематографа началась в Научно-исследовательском кинофотоинституте под руководством Евсея Михайловича Голдовского в 1956 году. К этому времени во многих странах мира уже успешно работали более 30 панорамных кинотеатров по системе «Синерама». В них демонстрировались три полнометражные панорамные документальные видовые кинокартины. Так что у разработчиков советской системы была возможность оценить достоинства и недостатки американской панорамы. Что и было сделано. Как уже было отмечено выше, принципы и основные характеристики американской и отечественной панорамных систем во многом схожи. Унификация форматов и технических условий демонстрации всегда позволяет производить свободный обмен фильмами без дополнительных затрат на перевод кинофильма из одной системы в другую. Поэтому создатели нашей Кинопанорамы сочли необходимым взять за основу разработки основные характеристики успешно эксплуатирующейся по всему миру системы «Синерама». Но это относится только к размеру кадра и скорости проекции. В остальном были учтены недостатки американской системы. Как уже было сказано, сложная и не совсем эффективная система гребёнок для смягчения швов в местах стыков изображений была заменена на специальную печать копий с введением клина.

Была создана своя девятиканальная система звукового сопровождения, свободно переводимая в шести- или семиканальную.

Специально для отечественной панорамной системы была разработана панорамная кинокамера «СКП-1», выпускавшаяся заводом «Москинап». Камера позволяла расположить все три плёнки в одной плоскости, или производить съёмку на одну киноплёнку шириной 105 мм. А главное – давала возможность использовать объекти-



Принцип съёмки по системе «Синемиракал»

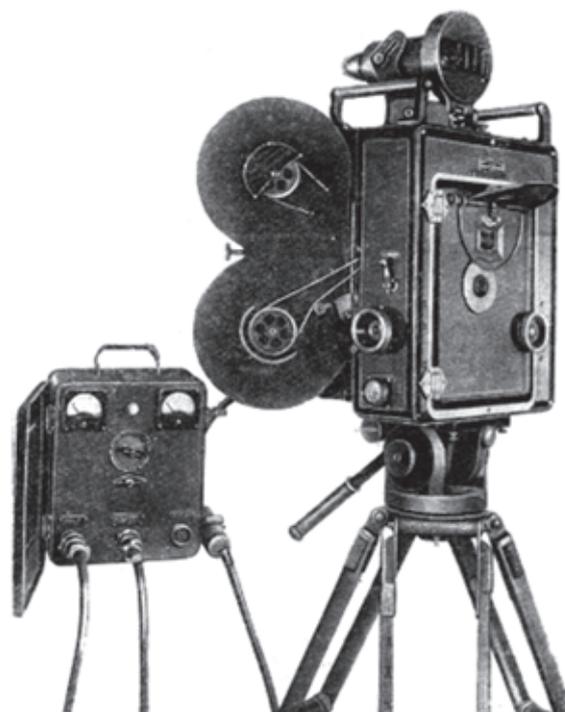


Форма, размеры и расположение кадра в советской системе «Кинопанорама»

вы с различным фокусным расстоянием: 27, 35, 50, 75 и 100 мм, в то время как в системах «Синерама» и «Синемикал» были установлены объективы с фокусным расстоянием 27 мм, и использование сменной оптики было практически невозможно.

Пятьдесят пять лет назад, в середине 1956 года, в Советском Союзе были проведены первые опытные съёмки панорамного фильма отечественной киноустановкой из трёх переконструированных 35 мм кинокамер. А в декабре этого же года режиссёр К. Домбровский и операторы С. Рубашкин и В. Рыклин на Московской киностудии научно-популярных фильмов сняли пятнадцатиминутный экспериментальный панорамный фильм. В феврале 1957 года этот фильм был впервые показан на двадцатиметровом панорамном экране, установленном в экспериментальном зале Научно-исследовательского кино-фотоинститута.

Весной 1957 года на Московской киностудии научно-популярных фильмов началась работа по съёмкам первого отечественного полнометражного панорамного филь-



Киносъёмочная панорамная кинокамера СКП-1

ма. Съёмочную группу возглавил маститый советский кинодокументалист Роман Лазаревич Кармен. Первенец советской кинопанорамы, получивший громкое название, созвучное с всенародно любимой песней «Широка страна моя...», на 95 минут отправлял зрителей в путешествие по нашей необъятной Родине.

Для демонстрации панорамных фильмов в нашей стране начали проектироваться и строиться панорамные кинотеатры.

Первым из них стал киевский кинотеатр «Кинопанорама», для которого в короткий срок реконструировали здание клуба в центре Киева.

В конце января 1958 года здесь началась демонстрация первого советского цветного панорамного фильма с девятиканальным стереофоническим звуком «Широка страна моя...».

Зрительный зал этого кинотеатра, рассчитанный на 540 мест, для улучшения звуковоспроизведения имеет на стенах специальную акустическую обработку, а потолок его с той же целью выполнен из перфорированной фа-



Во время съёмки панорамной кинокамерой «СКП-1» на улице Горького в Москве (1959)

неры. Основное оборудование то же, что и в кинотеатре «Мир», но экран имеет меньшие размеры.

С 5 ноября 1962 года демонстрацией художественного фильма «Повесть пламенных лет» начался показ широкоформатных фильмов.

Кинотеатр в настоящее время один из ведущих в Украине с залом на 500 мест, системой «Dolby Digital».

*Характеристики киевского кинотеатра
«Кинопанорама» (1958)*

Количество мест – 545.
Размер экрана: ширина – 22,5 м, высота – 8 м.
Ширина плёнки – 70 мм, 35 мм.
Фонограмма: магнитная 4-х, 6-ти и 9-ти канальная стерео; оптическая моно.

28 февраля 1958 года в Москве открылся самый крупный советский панорамный кинотеатр «Мир». Здесь и состоялась официальная премьера первого советского цветного панорамного фильма с девятиканальным стереофоническим звуком «Широка страна моя...»

Здание было построено в 1881 году, в нём демонстрировались различные художественные панорамы. Затем располагался манеж для верховой езды, который сгорел в Гражданскую войну. До 1957 года, когда началось сооружение кинотеатра «Мир», здание стояло пустым.

Современное здание сооружено по проекту архитекторов Л.И. Богаткина, М.И. Богданова, В.А. Бутузова, В.Д. Котова и Н.С. Стригалёвой. Разработка проекта кинотеатра велась при непосредственном участии учёных НИКФИ под руководством доктора технических наук, профессора Е.М. Голдовского.

За короткий срок (10 месяцев) был создан современный первоклассный кинотеатр, оснащённый отечественным кинотехническим оборудованием, с залом в виде круто поднятого амфитеатра.

В зале две зоны мест. В первую зону входят все места, расположенные в средней части зала между двумя боковыми проходами. Эта зона максимально удобна для просмотра панорамного фильма и создания у зрителя эффекта присутствия. Места, расположенные слева и справа от проходов, менее удобные для наблюдения панорамного изображения, относились ко второй зоне. В соответствии с зонами и удобством просмотра определялась и цена на билеты: 1 зона – 70 копеек, 2 зона – 50 копеек за одну серию на вечерних сеансах, а на дневных сеансах – 50 и 30 копеек.

В зале, на высоте 1,3 м от уровня пола партера, был установлен самый большой в мире панорамный экран площадью около 350 м². Само экранное полотно было изготовлено из специального материала. Средняя часть экрана состояла из перфорированных полотен шириной 60 см, склеенных в местах стыков. Боковые части экрана были собраны из узких полос шириной 22 мм.

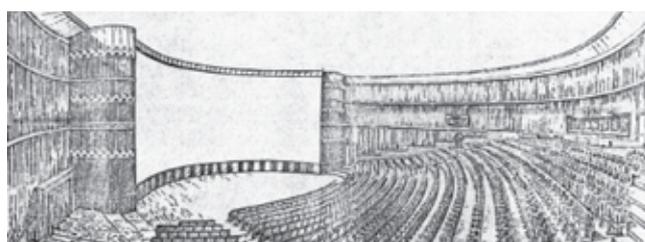
Огромный экран по всей его кривизне закрывал красивый занавес, который открывался при помощи двух



Демонстрация фильма «Широка страна моя...» в киевской «Кинопанораме» (1958)



Панорамный кинотеатр «Мир» в Москве (1961)



Общий вид зала панорамного кинотеатра «Мир» (1958)



Билет на вечерний сеанс в панорамный кинотеатр «Мир» начала 60-х годов XX века

электролебёдок и мог быть остановлен в любом положении специальными пусковыми выключателями.

Демонстрация панорамного фильма велась из трёх киноаппаратных: левой, правой и центральной. В каждой из трёх киноаппаратных было установлено по два кинопроектора для обеспечения непрерывного показа панорамного фильма. В центральной киноаппаратной первоначально были установлены два кинопроектора для демонстрации обычных и широкоэкранных фильмов, которые в 1960 году были заменены на универсальные кинопроекторы для демонстрации широкоформатных фильмов.

Звук при демонстрации панорамных фильмов воспроизводился с двух отдельных фильмофонографов, обеспечивающих воспроизведение звука с 35 мм магнитной плёнки, на которой записано девять звуковых дорожек.

Для обеспечения стереофонического и эффектного звуковоспроизведения панорамных фильмов по периметру стен зала и в потолке установлены четыре группы громкоговорителей.

Пять групп громкоговорителей для пяти каналов стереофонического звуковоспроизведения фильмов были установлены за экраном. А по центру экрана была установлена ещё одна группа громкоговорителей для воспроизведения одноканальной оптической фонограммы при демонстрации обычных фильмов.

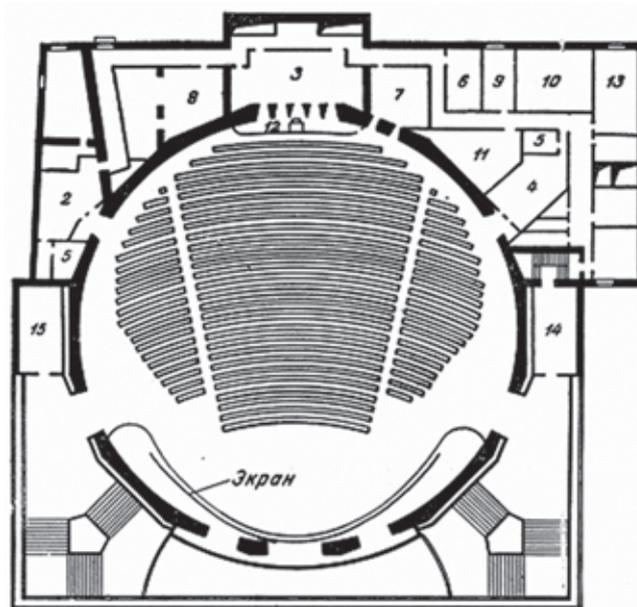
На потолке зала, который имеет куполообразную форму, размещались громкоговорители эффектного звука. 120 громкоговорителей обеспечивали высококачественное воспроизведение десяти самостоятельных звуковых каналов.

С детства помню то удивительное состояние, которое возникало при посещении кинотеатра «Мир»: летняя жара в Москве, горящие глаза, очередь в кассе, страх, что билетов не хватит или не удастся купить с рук. И вот заветный билетик в руках. Фойе с портретами актёров. Буфет с холодным лимонадом и фирменное мороженое в вафельном стаканчике. Звонок. Первый. Второй. По лестнице вверх, в полутёмный огромный зал, с неизвестно откуда идущей прохладой. Свет медленно гаснет, раздаётся лёгкий щелчок, и огромный занавес открывает дугу белого экрана, и начинается чудо. Начинается кино.

«Этот безумный, безумный, безумный, безумный мир», «Большой приз» с потрясающими гонками по Монте-Карло и головокружение от виражей по узким улицам. «Спартак» с постановочным размахом на огромном экране. «Крепостная актриса» с русской зимой и полным ощущением, что ты сам летишь по лесу на тройке. «Сказка о царе Салтане» – детский фильм во взрослом кино с дядькой Черномором и витязями, которые как бы окружают тебя. Полёт над Австрийскими Альпами и сказочный Зальцбург в «Звуках музыки». Всё это было...

Был кинотеатр «Мир» с волшебным окном в мир. Благодаря своему огромному дугообразному экра-

ну, создающему зрелище, эффект присутствия. Но вот кто-то решил, что накладно печатать копии только для одного экрана с коррекцией на его дугу. Ремонт. И нет крупнейшего в мире экрана, нет зрелища. Чудо украли, сломали и, видимо, навсегда. И особенно обидно, что в США крутят в «Синераме» наш первый в мире игровой панорамный фильм «Опасные повороты», восстанавливают другие наши панорамные фильмы, строят панорамные кинотеатры. А в Австралии снимают новые фильмы по советской системе «Кинопанорама». А у нас даже то, что есть, посмотреть невозможно. Нет аппаратуры – демонтирована. Нет экранов – выпрямлены и уменьшены... ■



План зрительного зала и киноаппаратного комплекса кинотеатра «Мир»: 1 - зрительный зал; 2 - кинопроекционная правая «А»; 3 - кинопроекционная центральная «Б»; 4 - кинопроекционная левая «В»; 5 - перемоточная; 6 - монтажная; 7 - усилительная; 8 - электросиловая; 9 - мастерская; 10 - комната главного инженера и киномеханика; 11 - кладовая; 12 - ложа оператора зала; 13 - кабинет директора; 14 - гостиная; 15 - комната сотрудников

Характеристики панорамного кинотеатра «Мир» (1958)

Диаметр зала – 38 м; высота – 20 м.

Количество мест – 1226.

Площадь экрана – 350 м².

Размер экрана: ширина – 30,6 м, высота – 11,4 м.

Дуга экрана – 146°

Стрела изгиба экрана – 8 м.

Ширина плёнки – 70 мм, 35 мм.

Фонограмма: стереофоническая – магнитная 4-х, 6-ти и 9-ти канальная стерео; монофоническая – оптическая.

Продолжение следует