

2020-4(14) СОДЕРЖАНИЕ



стр. 3



стр. 11



стр. 28



стр. 32

Технологии

В.А. Сычев, А.В. Ганков, С.Ю. Подлесный, Д.Г. Чекалин
Анализ структурных характеристик киноизображений 3

М. Шевцов
CHIMERA, новый голографический принтер, сочетающий маломощные лазеры непрерывного действия и быструю печать 11

Мастер-класс

Е. Артемов
JPEG как метод обобщения в цифровом искусстве. Четвертая часть 18

И. Поморин
Фронт-проекция динамического фона по системе «Поморин И. Ко» 28

Страницы истории кино

Н. Майоров
Стереоскопическая анимация (анализ технологий) 32

Т.А. Платонова
Восстановление сети кинофикации на территории СССР, освобождённой от немецких захватчиков в 1943-1945 годах 40

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

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

Электронная версия www.elibrary.ru

Подписной индекс Роспечать: № 81923

Научно-технический журнал «Мир Техники Кино»
Выходит 4 раза в год
Издатель: ООО «ИПП «КУНА»
Учредители: Филиал «НИКФИ» АО «ТПО «Кино студия им. М. Горького», ООО «ИПП «КУНА»

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

Члены редакции:
Овечкис Ю.Н., д.т.н., Московский Политехнический Университет, РФ
Вишняков Г.Н., проф., д.т.н., ФГУП «ВНИИОФИ», г. Москва, РФ
Тихомирова Г.В., проф., д.т.н., СПбГИК, г. Санкт-Петербург, РФ
Сакварелидзе М.А., д.х.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Винокур А.И., д.т.н., Московский Политехнический Университет, РФ
Перегудов А.Ф., к.т.н., ВГТРК, г. Санкт-Петербург, РФ
Березин О.С., «Невафильм», г. Санкт-Петербург, РФ
Барский И.Д., к.т.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Одинокоев С.Б., д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, РФ
Раев О.Н., к.т.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Волков А.С., к.т.н., Министерство культуры РФ

Отпечатано в ООО «ИПП «КУНА»
Объём 5 п.л. Заказ № 156452.
Тираж 999 экземпляров.

Свидетельство о регистрации
СМИ-ПИ № ФС77-65712 от 13 мая 2016 года.

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

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



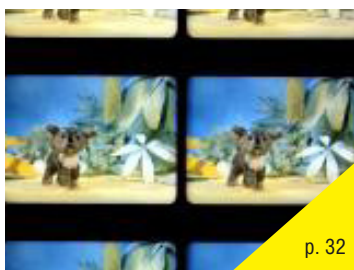
p. 3



p. 11



p. 27



p. 32

2020-4(14) CONTENT

Technology

V.A. Sychev, A.V. Gankov, S.Yu. Podlesny, D.G. Chekalin
Analysis of structural characteristics of film images **3**

M. Chevtsov
CHIMERA. New holographic printer, combining low-power CW lasers and fast printing **11**

Master-class

E. Artemov
JPEG as a Generalization Method in Digital Art. The fourth part **18**

I. Pomorin
Front projection dynamic background according to the system "Pomorin I. Ko" **27**

Movie history

N. Maierov
Stereoscopic animation (technology analysis) **32**

T. Platonova
Restoration of the cinema network on the territory of the USSR, liberated from the German invaders in 1943-1945 **40**

The requirements for the publication of scientific articles in the journal «World of technique of cinema»:

1. Articles (papers) are submitted in electronic format, by mail Kevin@paradiz.ru, volume of no more than 40 000 characters.
2. Pictures must be sent as separate files in JPG or TIF format with a resolution of at least 300 dpi.
3. Articles (papers) should contain (in Russian and in English):
 - the name,
 - annotation,
 - keywords.
4. Authors must conclude a license agreement for publication.
5. Graduate students are not charged for publication.

Electronic version www.elibrary.ru

Subscription index Rospechat: № 81923

Scientific and Technical Journal «World of Technique of Cinema» is published 4 times per year

Publisher by «IPP «CUNA» Ltd.
 Founded by «IPP «CUNA» Ltd. and branch «Cinema and photo research institute» JSC «Gorky film studio».

Certificate of Registration Media-PI № FS77-65712
 May 13, 2016.

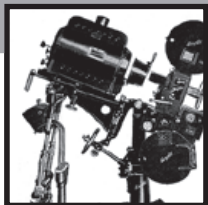
www.mtk-magazine.ru,
 e-mail: kevin@paradiz.ru,
 tel. (fax): +7 (495)795-0297,795-0299

Chairman Ph.D. Yu.Indlin

Members of the editorial board:
 Dst. Y. Ovechkis, Moscow Polytechnic University, RF
 Dst. prof. G. Tihomirova, SPbGUC, Sankt-Petersburg, RF
 Dst. prof. G. Vishnyakov, FSUE «VNIIOFI», Moscow, RF
 Dst. M. Sakvarelidze, VGIK, Moscow, RF
 Dst. prof. A. Vinokur, Moscow Polytechnic University, RF
 O. Berezin, Nevafilm, Sankt-Petersburg, RF
 Dst. prof. C. Odinokov, Bauman MSTU, Moscow, RF
 Ph.D. A. Peregudov, RTR, RF
 Ph.D. I. Barsky, VGIK, Moscow, RF
 Ph.D. O. Raev, VGIK, Moscow, RF
 Ph.D. A. Volkov, Ministry of Culture RF.

No part of this issue may be reproduced without written permission of the publisher, reference to the journal is obligatory.
 World of Technique of Cinema owns the copyrights to all published material, unless otherwise stated.
 Statements and opinions expressed in articles or editorials are expressions of contributors and do not necessarily represent the policies or opinions of Board of Editors. Opinion of editorial boards and of reviewers do not always coincides with the point of view of authors of articles.
 Advertisements appearing in the publication are the sole responsibility of the advertiser.

Printed in Russia.



АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КИНОИЗОБРАЖЕНИЙ



А.В. Ганков, С.Ю. Подлесный, Д.Н. Сухов, В.А. Сычев, к.т.н., Д.Г. Чекалин

Аннотация

В статье рассмотрены основные характеристики записанной на плёнке информации, определяющие структуру кинематографического изображения. Это зернистость плёночного носителя и диапазон пространственных частот, содержащихся в самом изображении. Данные структурные характеристики определяют требования к пространственной дискретизации изображений при оцифровке плёночных фильмовых материалов. Предложен метод анализа резкости изображений на основе расчёта пространственно-частотной характеристики наклонного края.

Ключевые слова: сканер, плёнка, зернистость, дискретизация, пространственная частота, разрешающая способность, тест-фильм, пространственно-частотная характеристика, функция рассеяния края.

ВВЕДЕНИЕ

Структурная характеристика любого репродукционно-го процесса, в том числе процесса сканирования, описывает способность системы воспроизводить мелкие детали изображения, а также включает эффекты алиасинга, вызываемые пространственной дискретизацией изображений.

В идеале задача цифровизации фильмового архива состоит в регистрации: а) без потерь и б) без искажений всей информации, содержащейся на плёнке. В такой постановке задача неразрешима сейчас и вряд ли будет решена в ближайшем будущем. Характеристики про-

ANALYSIS OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FILM IMAGES

The article describes the main characteristics of information written in the film that cover structure of cinema image. These are film granularity and image spatial frequencies. The film structure characteristics determine requirements for scanning sampling. The sharpness analysis method using slanted-frequency response is proposed.

Key words: scanner, film, granularity, sampling, spatial frequency, resolution, test-film, spatial frequency response, edge spread function.

цесса сканирования имеют допуски и ограничения, как технического, так и экономического характера. Поэтому реальная практическая задача состоит в определении режимов работы сканеров и функционала выходных цифровых файлов, обеспечивающих репродукционные преобразования, визуально допустимые для прогнозируемых условий демонстрации изображения и звука.

1. Структурные характеристики киноплёнок

Потенциальная информационная ёмкость записи изображений на киноплёнку определяется зернистостью плёнки, т.е. характерными размерами формирующих

изображение частиц – кристаллов серебра в чёрно-белых плёнках и зёрен красителя в цветных.

Чувствительность негативных плёнок на два порядка выше, чем у контратипных и позитивных плёнок. Платой за высокую чувствительность является увеличенная зернистость негативной плёнки. Средний размер зерна в негативной плёнке примерно в 10 раз больше, чем в контратипной и позитивной. Поэтому пространственно-временные флуктуации яркости, наблюдаемые на экране кинозала («кипение» изображения), а также на цифровых изображениях, отсканированных с промежуточного позитива, контратипа или позитива, происходят из негатива.

На рисунке 1 приведены фотографии цветного поля в фильмокопии (на позитивной плёнке), сделанные с разным увеличением. На верхней фотографии видны зёрна красителя позитивной плёнки. С уменьшением увеличения (второе фото) зернистость плёнки перестаёт быть заметна. Однако при дальнейшем снижении увеличения (нижнее фото) на фотографии становится явно заметной неравномерность. Источник этой неравномерности в зернистости негатива, с которого напечатана фильмокопия.

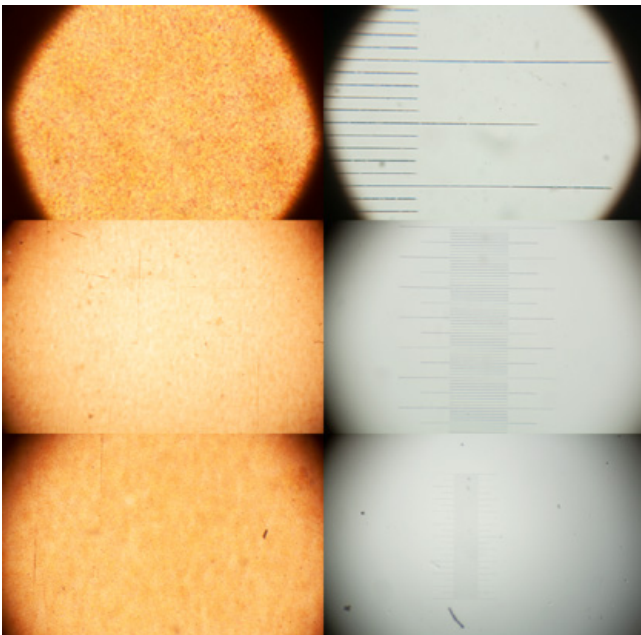


Рис. 1. Микрофотографии фрагмента кинопозитива при разном увеличении. Цена деления шкалы 10 мкм.

Другим отличием негативных плёнок является большой разброс кристаллов галогенида серебра по размерам. Негативная плёнка должна иметь большую фотографическую широту, чтобы с одной стороны регистрировать максимально возможный световой диапазон снимаемой сцены и, с другой стороны, обеспечить оператору некоторый допуск на ошибки экспозиции, неизбежные при съёмке природы. Увеличение фотографической широты и связанное с этим снижение контрастности достигается формированием кристаллов галогенида серебра с широким распределением по размерам. Кри-

сталлы разного размера начинают работать при получении участком изображения разной экспозиции. В тенях изображения, где на плёнку попадает мало света, активируются крупные, наиболее чувствительные кристаллы. С ростом экспозиции растёт количество и разнообразие кристаллов, принимающих участие в образовании скрытого изображения.

Контратипные и позитивные плёнки имеют более однородные по размеру кристаллы галогенида серебра, в результате чего их фотографическая широта меньше, а коэффициент контрастности выше.

Средний размер кристалла галогенида серебра в негативной плёнке около 1 мкм. Клубок молекул красителя (глобула), образующийся на проявленном кристалле серебра, может быть немного больше. Крупные глобулы могут иметь диаметр 10 мкм и выше. Самые мелкие зёрна существенно меньше 1 мкм. На рис. 2 приведены сделанные на микроскопе фотографии участков кинонегатива с малой и средней плотностью. Цена деления шкалы справа от фотографии – 10 мкм. На верхней фотографии отчётливо видны зёрна голубого, пурпурного и жёлтого красителей до 10 мкм в диаметре.

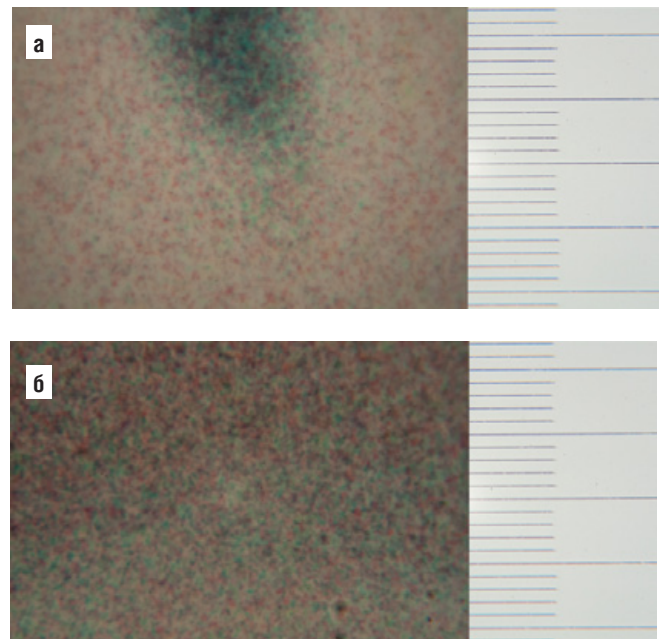


Рис. 2. Микрофотографии кинонегатива: а) малой плотности (чёрная юбка), и б) средней плотности (лицо).

На рис. 3 приведён результат сканирования верхнего участка изображения (рис. 2а). Электронный шум сканера возрастает при слабом сигнале, т.е. при большой плотности сканируемого материала. Тени изображения имеют в негативе малую плотность, поэтому возможный шум сканера здесь не накладывается на зернистость.

Оптическая плотность формируется совокупностью зёрен как за счёт «автотипного» увеличения перекрываемой глобулами площади (малые плотности), так и за счёт «субтрактивного» увеличения количества красителя в одной точке (большие плотности). В любом слу-

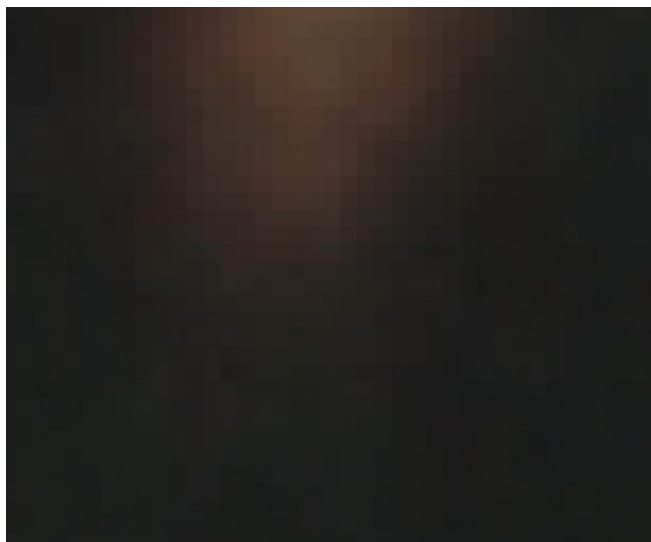


Рис. 3. Результат сканирования кинонегатива малой плотности (чёрная юбка).

чае для сглаживания зерновой неравномерности нужен фильтр нижних частот. В плёночном кино эту функцию выполняли:

- технологический процесс, каждый элемент которого вносил свою ПЧХ, снижавшую амплитуду высоких пространственных частот в конечном изображении;
- смена кадров, благодаря которой индивидуальный для каждого кадра «рисунок» зёрен интегрировался в достаточно инерционной зрительной системе человека;
- ограниченная ПЧХ оптической системы человеческого глаза, благодаря которой зерновой шум («кипение» изображения) был замечен только с первых рядов кинозала.

Интегрирование света по площади пикселя при сканировании частично выполняет функцию фильтрации высоких частот. Однако вследствие того, что площадь пикселя сравнима с площадью зерна негативной плёнки, случайные флуктуации размеров и расположения зёрен красителя приводят к нежелательным отклонениям цветовых координат у соседних пикселей. А за счёт того, что размер пикселя превосходит средний размер зерна негативной плёнки, эти флуктуации не полностью фильтруются ПЧХ глаза и могут быть более заметны при просмотре на экране кинотеатра.

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. При пространственной дискретизации 4–5 К в плоскости сканируемой плёнки пиксель представляет квадрат со стороной 5–6 мкм. Диаметр зерна негативных киноплёнок составляет 1–10 мкм (В середине 80-х годов были разработаны технологии полива, позволяющие изготавливать негативные плёнки с меньшей зернистостью). Т.е. видимая при большом увеличении неравномерность на цифровых изображениях, отсканированных с плёночного фильмового материала, обусловлена зернистостью негатива.
2. Размер пикселя сравним со средним размером зерна архивных негативных киноплёнок, поэтому потери

структурной информации при сканировании не происходит. При этом ПЧХ процесса пространственной дискретизации на высоких частотах существенно снижается, что приводит к уменьшению резкости.

3. Зёрна имеют примерно гауссово распределение по размерам. В видимой перспективе не предвидится сканера с пикселями, меньшими, чем зёрна из левой части распределения. Т.е. зарегистрировать изображение вплоть до уровня самых малых зёрен даже теоретически невозможно.
4. Кинематографический процесс был выстроен таким образом, чтобы отфильтровывать высокочастотный зерновой шум. Попытаться извлечь из плёнки то, чего не могли видеть создатели фильма идеологически неправильно.

2. Сравнительный анализ структурных характеристик сканера и сканируемых изображений

Задача состояла в сопоставлении пространственных частот, имеющихся в изображении, и способности сканера регистрировать и воспроизводить эти частоты. В работе использованы сканеры LaserGraphics ScanStation. Приведённые ниже результаты получены для режима сканирования: дискретизация 5120x3840 пикселей, скорость сканирования 10 кадров/с.

Для определения возможностей сканера были использованы следующие методы:

- Визуальный анализ разрешения по тестовым изображениям решёток разной частоты (мирам).
- Определение пространственно-частотной характеристики (ПЧХ) процесса сканирования по изображению наклонного края.

2.1. Визуальный анализ разрешения сканера по мирам

В классическом плёночном кинематографе значение разрешения определяется частотой миры, содержащей чёрные и белые полосы равной толщины, направление которых различимо на изображении. В силу изотропности распределения кристаллов галогенида серебра в киноплёнке направление полос существенного значения не имеет.

Для цифровых изображений это определение некорректно вследствие наложения регулярных пространственных структур решётки тест-фильма и матрицы сканера и формирования разностных частот, искажающих воспроизведение основной частоты. Этот эффект проявляется в виде муара. Поэтому разрешением в случае дискретизации аналогового изображения будем называть частоту тестовой решётки, которая воспроизводится без потери полос и значительного искажения равномерности структуры при всех направлениях полос миры.

Для исследования использовались следующие миры:

- 35-м контрольный фильм изображения 35КФИ-А НИКФИ (рисунок 4 а).
- Тестовый фильм Vuzort (рисунок 4 б).

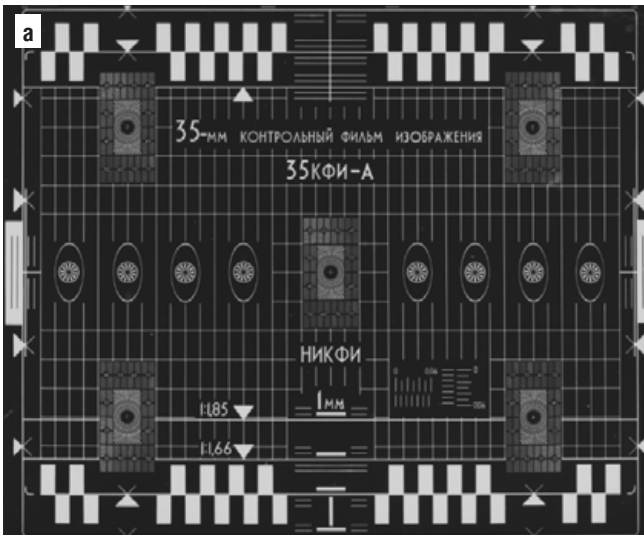


Рис. 4. Тестовые изображения, использованные для анализа разрешения: а) 35КФИ-А, б) Vuzort

Тестовое изображение НИКФИ содержит миры от 20 до 75 линий/мм по центру и в четырёх углах поля кадра. Тестовый фильм Vuzort содержит вертикальные и горизонтальные миры от 15 до 150 линий на мм, распределённые по площади кадра. Контраст этих мир выше, чем у 35КФИ, поэтому отсканированные изображения кажутся немного лучше:

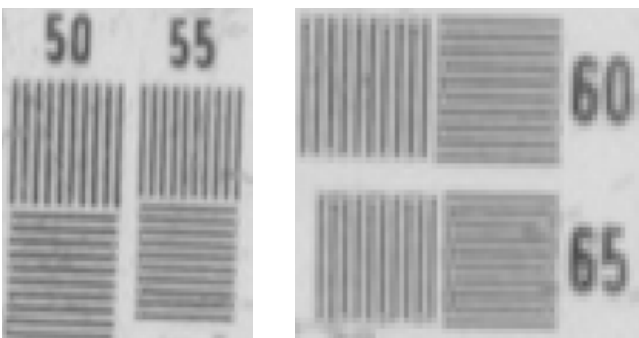


Рис. 5. Результаты сканирования тестовых шкал Vuzort с максимально разрешаемыми частотами.

Все полосы отчетливо различимы на мирах до 60 линий/мм. На решётках с большей пространственной частотой муар сильно искажает изображение. Поэтому можно говорить об уверенном воспроизведении 55–60 линий/мм.

При сканировании в цветном режиме добавляются артефакты дебайеризации, проявляющиеся в окраске резких границ:



Рис. 6. Окрашивание краев и границ в результате дебайеризации.

Цветные контуры на краях линий связаны с восстановлением цвета из Байеровской структуры. Синие и красные субпиксели, имеют в два раза меньшую частоту пространственной дискретизации по сравнению с зелёными. Когда пространственная частота миры приближается к частоте красных и синих субпикселей, существенную роль начинает играть фазовый сдвиг между ними, вследствие которого в некоторой локальной области субпиксели этих цветов захватывают разные фазы миры. В соседней локальной области из-за набега фазы соотношение цветов меняется на противоположное.

Количество пикселей в результирующем изображении определяется количеством зелёных субпикселей. При достраивании недостающих значений синего и красного цвета для каждого зелёного субпикселя используется интерполяция, которая на краю миры начинает работать некорректно при входных данных, искажённых недостаточной дискретизацией в одном направлении, и резким градиционным переходом в другом направлении.

Из приведённого объяснения следует, что эффект должен проявляться на частотах, превышающих четверть частоты дискретизации. Действительно, в плоскости изображения исследованный сканер даёт 170 пикселей/мм, а паразитное окрашивание начинает проявляться на частоте миры 45 линий/мм (рис. 6). С ростом частоты миры указанный эффект усиливается.

Субъективно артефакты дебайеризации портят изображение гораздо сильнее, чем просто снижение резкости.

2.2. Пространственно-частотная характеристика

Объективной мерой способности системы воспроизводить мелкие детали изображения является простран-

венно-частотная характеристика (ПЧ), представляющая зависимость контраста выходного изображения (физического или цифрового) синусоидальной миры от ее пространственной частоты.

Пространственно-частотные характеристики стадий многозвеньевого процесса перемножаются, т.е.

$$\text{ПЧ}(f) = \prod_i \text{ПЧ}_i(f) \quad (1)$$

Где f – пространственная частота.

В процессе сканирования накладываются две обобщённые ПЧ:

- ПЧ_{фильма} процесса записи изображения на плёнке, объединяющая ПЧ съёмки (точность фокусировки, съёмочная оптика, светорассеяние в камере, вибрация и неустойчивость камеры) и ПЧ негативной плёнки; при использовании для сканирования лаванды, контратипа или позитива добавляется ПЧ процесса контратипирования.

- ПЧ_{сканера} процесса сканирования, определяемая традиционными причинами (точность фокусировки, съёмочная оптика, светорассеяние в оптическом тракте, вибрация и неустойчивость киноплёнки) и пространственной дискретизацией.

Совокупная ПЧ, описывающая преобразование пространственных частот от объекта съёмки до цифрового изображения:

$$\text{ПЧ}(f) = \text{ПЧ}_{\text{фильма}}(f) * \text{ПЧ}_{\text{сканера}}(f) \quad (2)$$

ПЧ «записана» в цифровом изображении и может быть «извлечена» с помощью методов, описываемых ниже. ПЧ_{фильма} «записана» в изображении на киноплёнке. Но для анализа непосредственно плёночного изображения у нас нет доступных измерительных средств. Поэтому судить о ПЧ_{фильма} мы можем на основании информации о ПЧ и ПЧ_{сканера}.

2.3. Анализ ПЧ сканера по функции рассеяния края

Метод разработан 42-м комитетом ISO (the International Organization for Standardization) для оценки пространственного разрешения цифровых камер и содержится в документе [1]. Метод основан на известных [2] соотношениях, определяющих связь ПЧ и функции рассеяния края: ПЧ есть результат Фурье-преобразования функции рассеяния линии, а функция рассеяния линии является в свою очередь производной от функции рассеяния края. Суть метода заключается в анализе цифрового изображения резкого наклонного края малого контраста. Вначале осуществляется определение направления, аппроксимация и позиционирование наклонного края. Затем функция рассеяния края дифференцируется, что даёт функцию рассеяния линии. Дискретное преобразование Фурье даёт в свою очередь ПЧ процесса цифровой регистрации изображения. При измерении ПЧ по методу косоугольного края использовано программное обеспечение sfrmat3 (http://losburns.com/imaging/software/SFRedge/sfrmat3_post/index.html), рекомендованное в тексте стандарта ISO 12233 версия от 3 июля 2020 г. [1]) Для анализа ПЧ сканера использованы кадры тест-фильма ARRI, содержащие наклонные края необходимой резкости и контраста. Тест изготовлен на мелкозернистой контратипной киноплёнке Kodak Vision3 Color Digital Intermediate 2254 цифровой печатью с компьютерного файла.

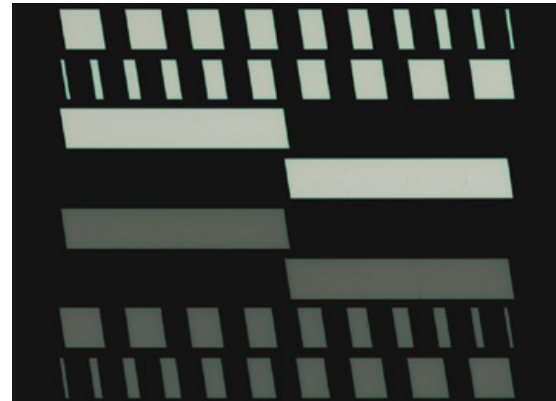


Рис. 7. Кадр тестового фильма для контроля и настройки сканера ARRI

Математические преобразования метода предполагают использование абсолютно резкого края. Поскольку в интересующем нас диапазоне пространственных частот (до 60 линий/мм) никакие тест-фильмы этого обеспечить не могут, необходимо ввести корректировочную функцию, учитывающую дефицит амплитуды на высоких частотах. При замере ПЧ по сканированному изображению тестовых материалов фактически замеряется ПЧ системы «фильм + сканер» (уравнение 2). Поэтому для определения ПЧ собственно сканера необходимо измерить ПЧ записанного на плёнке изображения. Для этого необходимо произвести сканирование тестовых материалов с разрешающей способностью, заведомо превышающей разрешение сканера. Предложена следующая методика.

1. Тестовые материалы, содержащие косые края, фотографируются с помощью микроскопа Mimer, оснащённого цифровой камерой Canon EOS450D с разрешением 4272x2848 пикселей. Для расчёта корректировочной функции фотографирование произведено с 10-кратным оптическим увеличением:

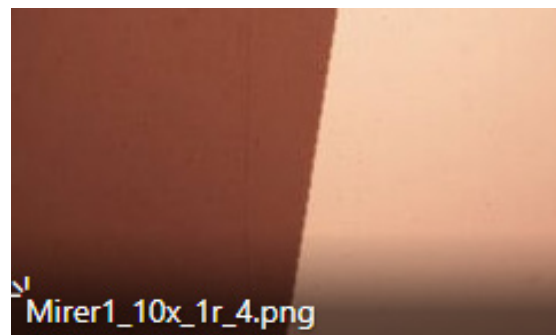


Рис. 8. Микрофотография косоугольного края с 10-кратным оптическим увеличением

2. В тех же условиях сфотографированы измерительные шкалы с ценой деления 10 мкм для пространственной привязки оси абсцисс.

3. На основе усреднения по 8 точкам получены величины разрешающей способности микрофотографий в пикселях на дюйм, необходимые для работы программы sftmat3. Результаты измерений приведены в таблице:

Увеличение	Расстояние по штрихам	Среднее расстояние в пикселях	Разрешение в пикселях на дюйм
10x	400 мкм	1003	63 706

3. Используя полученные значения dpi для калибровки, рассчитаны ПЧХ плёночных тестовых материалов по каналу яркости.

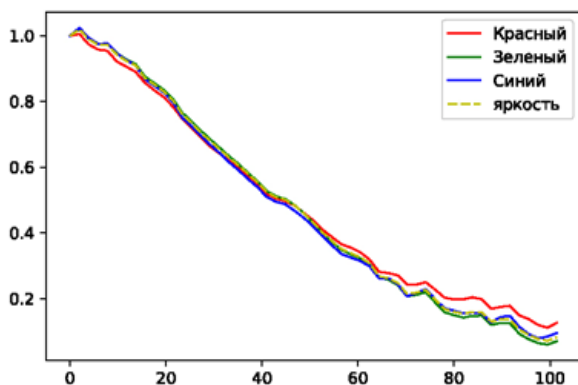


Рис. 9. ПЧХ негативного теста фирмы ARRI, полученная методом обработки косоугольного микрофотографии.

Сводные значения ПЧХ приведены в таблице:

Увеличение	Косой край	Частота на уровне 0.1	Уровень на частоте 20 линий/мм	Уровень на частоте 40 линий/мм
10x	Мало-контрастный	94.1	0.825	0.539

4. С помощью программы sftmat3 определена ПЧХ сканера на материалах, сканированных с негативного теста ARRI в разрешении 5K (Рис. 10).

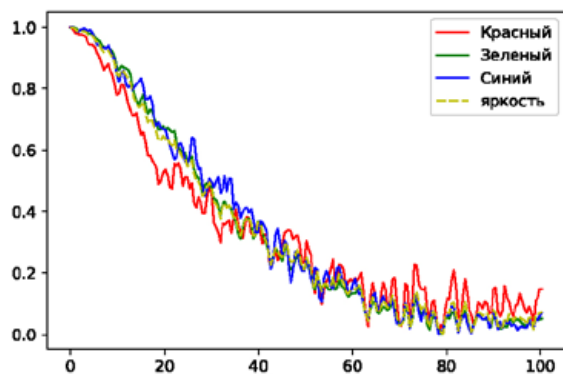


Рис. 10. ПЧХ негативного теста фирмы ARRI, полученная методом обработки косоугольного сканированного в разрешении 5K.

5. ПЧХ сканера, скорректированная на ПЧХ тест-фильма, приведена на рис. 11. Корректировка выполнена следующим способом:

а) Выполнена кубическая интерполяция ПЧХ по микрофотографии косоугольного края и пересчитаны значения ПЧХ на решётке от 0 до 80 мм⁻¹ с шагом 0.1 мм⁻¹.

б) Выполнена кубическая интерполяция ПЧХ по скану 5K косоугольного края и пересчитаны значения ПЧХ на решётке от 0 до 80 мм⁻¹ с шагом 0.1 мм⁻¹.

в) Выполнено поэлементное деление интерполированных значений ПЧХ по скану 5K косоугольного края на ПЧХ по микрофотографии косоугольного края.

г) Сглаживание полученной ПЧХ фильтром Савицкого-Голэя /3/ с размерностью окна 151 полиномом 3 степени.

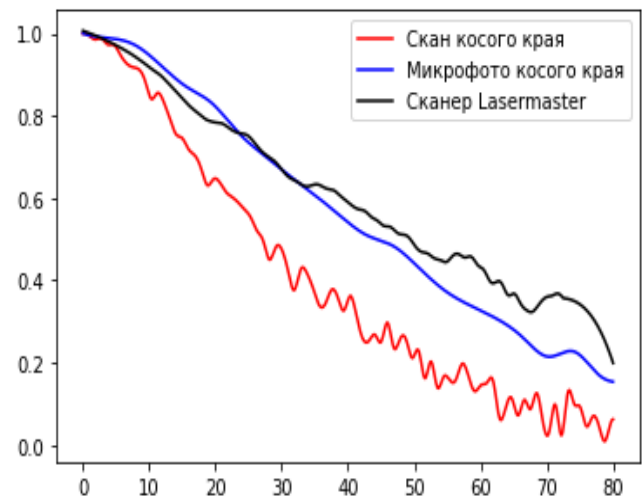


Рис. 11. ПЧХ сканера Lasergraphics в режиме 5K (чёрная кривая).

2.4. Анализ ПЧХ киноизображений по функции рассеяния края

Средством анализа киноизображений в настоящей работе являлся сканер, имеющий собственную ПЧХ, которая оказывает влияние на результат согласно формуле (2). В тестовых материалах – фрагментах кинофильмов разных лет – были выбраны кадры с изображением, пригодным для анализа ПЧХ по методу косоугольного края. Все материалы сканированы в разрешении 5K. В таблице приведены описания фрагментов кадров, на которых зарегистрированы максимальные по фильму пространственные частоты, и результаты расчёта.

В столбце 4 таблицы приведено значение пространственной частоты, на которой сквозная ПЧХ системы «фильм+сканер» снижается до порогового значения 0.1. В столбце 5 приведено значение частоты после приведения ПЧХ к собственной ПЧХ фильма путём деления ПЧХ системы «фильм+сканер» на ПЧХ сканера, полученную в разделе 2.3.

На следующих рисунках приведены ПЧХ некоторых кадров из исследованных фильмов. В кадре отмечена область, использованная для измерения по методу косоугольного края. Точками на графике обозначены уровни снижения ПЧХ ниже 0.1.

Табл. 4.

Фильм	Год	Цвет	Частота на уровне 0.1 по сквозной ПЧХ	Частота на уровне 0.1 по ПЧХ фильма
1	2	3	4	5
Ай-гюль	1936	ч/б	26.0	28.6
Академик Иван Павлов	1949	ч/б	34.8	41.6
Друзья-товарищи	1959	ч/б	30.2	30.7
Женя, Женечка и Катюша	1967	цв.	19.2	19.9
Фильм, фильм, фильм (негатив)	1968	цв.	24.5	26.1
Фильм, фильм, фильм (позитив)	1968	цв.	20.2	21.9
Длинное дело	1976	цв.	21.3	22.4
Единственная	1975	цв.	19.8	20.3
Ветер странствий	1978	цв.	16.5	17.2

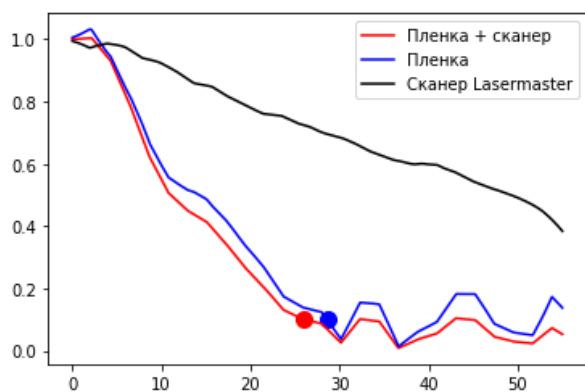


Рис. 12. ПЧХ и кадр из фильма «Ай-Гюль»

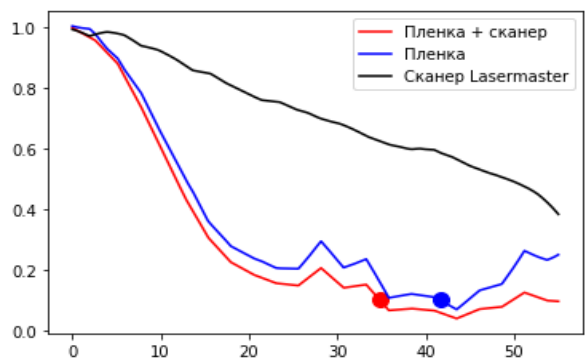


Рис. 13. ПЧХ и кадр из фильма «АКАДЕМИК ИВАН ПАВЛОВ»

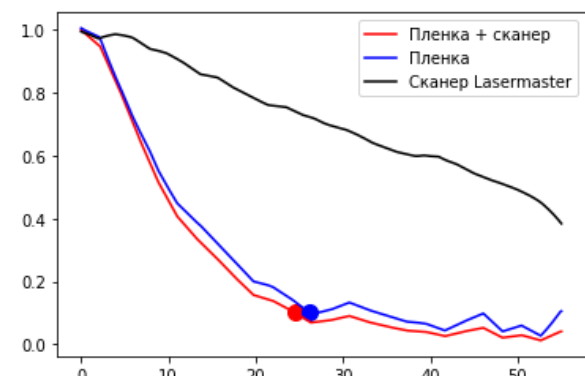


Рис. 14. ПЧХ и кадр из фильма «Фильм, фильм, фильм»

Анализ таблицы и графиков позволяет сделать следующие выводы:

- Максимальные пространственные частоты исследованных изображений достигают 35 линий/мм для чёрно-белых изображений и 25 линий/мм для цветных. Дальше графики демонстрируют стохастические осцилляции, обусловленные шумом и не связанные с сюжетным изображением.

- Диапазон пространственных частот изображений находится в зоне уверенного воспроизведения сканера. Для максимальных частот изображения (~40 линий/мм) ПЧХ сканера составляет не менее 0,5. То есть, как в любом репродукционном процессе, на высоких пространственных частотах происходит снижение ПЧХ, что выражается некоторым снижением резкости. Но частотный отклик остаётся достаточным для воспроизведения без потерь всех деталей изображения.

- Предложенный алгоритм корректировки ПЧХ даёт адекватные результаты в области детерминированного изменения частотной характеристики изображения. Когда график выходит на пологий участок и перекрывается шумовыми осцилляциями, корректировка даёт неадекватное горизонтальное смещение.

Выводы

В работе проведён анализ цифровых фильмовых материалов, получаемых в результате сканирования на сканерах LaserGraphics ScanStation. Размер пикселя матрицы сканера в проекции на плоскость плёнки составляет 5,6 мкм.

Разрешение, определяемое по критерию видимости всех полос тестовой миры, составляет 60 линий/мм. При скорости сканирования выше 10 кадров/с вертикальное разрешение (по мирам с горизонтальными полосами) заметно снижается.

Видимая при увеличении неравномерность на цифровых изображениях, полученных с любых видов фильмовых материалов, обусловлена зерном в негативе.

Зёрна в негативе имеют большой разброс по размерам. Зарегистрировать изображение вплоть до уровня самых малых зёрен даже теоретически сегодня невозможно.

ПЧХ (по критерию 0,1 от максимального значения) изображений в исследованных фильмах не превышает 25 линий/мм для цветных фильмов и 35 линий/мм для чёрно-белых. Следует отметить, что для получения достоверных результатов необходимо увеличить представительность выборки, что требует более широкого исследования.

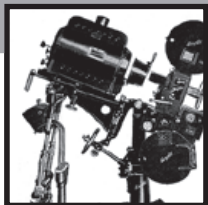
Вследствие пространственной дискретизации ПЧХ процесса сканирования на высоких частотах уменьшается, что приводит к снижению резкости. Так при частоте 50 линий/мм ПЧХ=0,5. Но полной потери структурной информации, содержащейся в изображении, при сканировании не происходит.

При сканировании 35 мм фильмовых материалов для сохранения всей содержательной структурной информации достаточно дискретизации 4–5К. Однако вследствие увеличения заметности зернового плёночного шума в цифровом изображении, а также вследствие образования эффектов алиасинга (зубчатый край, дрожжащий край, окрашивание границ и др.) мы не можем сделать однозначный вывод о достаточности такой дискретизации для всех возможных вариантов цифрового кинопоказа.

Разработан метод расчёта ПЧХ, основанный на анализе цифровых изображений косоугольного края, получаемых на сканере и с помощью микрофотографирования. Метод может быть использован как для исследования характеристик фильмовых материалов, так и для испытания планируемых к покупке сканеров. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ISO 12233 WD3 Photography – Electronic still picture imaging – Resolution and spatial frequency responses.
2. Т. Джеймс. Теория фотографического процесса / Ленинград: «Химия», 1980 – с. 573–586.
3. Savitzky, A.; Golay, M.J.E. (1964). "Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures". *Analytical Chemistry*. 36 (8): 1627–39



СИМЕРА, НОВЫЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНТЕР, сочетающий маломощные лазеры непрерывного действия и быструю печать

(доклад на XVII международной конференции по голографии и прикладным оптическим технологиям, 8–9 сентября «ГолоЭкспо-2020», г. Москва, РФ)



Ива Женте ¹, Филипп Женте ², Михаил Шевцов (visland@mail.ru) ^{3*}

¹ «Ателье художественной голографии Ива Женте», Бордо, Франция

² Университет Квангун, Сеул, Южная Корея

³ АО «Г ОИ им. С. И. Вавилова», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В данной статье представлен голографический принтер CHIMERA, являющийся третьим поколением систем цифровой голографической печати, при разработке которого были решены известные проблемы двух предыдущих систем. Основой голографического принтера являются три RGB непрерывных лазера малой мощности. С использованием высокоразрешающих галогенидосеребряных фотопластинок Ultimate U04 и современных оптических модуляторов голографический принтер позволяет печатать полноцветные, с углом обзора 120°, цифровые отражательные голограммы с полным параллаксом при скорости печати равной или превышающей 25 хогелей в секунду. Возможна печать и голограммных оптических элементов размером до 60x80 см и размером хогеля от 250 до 500 микрон. Для сканирования реальных объектов специально разработан 3D сканнер, снабжённый 4K видеокамерой, что позволяет повысить

CHIMERA. NEW HOLOGRAPHIC PRINTER, COMBINING LOW-POWER CW LASERS AND FAST PRINTING

Annotation

This article presents holographic printer CHIMERA which belongs to the third generation of systems of digital printing and solves the problems of two previous systems. Three CW RGB low power lasers are the base of holographic printer. Using high resolution silver halide photographic plates Ultimate U04 and modern optical modulators, the holographic printer allows to print full-color, 120-degree viewing angle, digital reflection holograms with full parallax at a print speed equal to or exceeding 25 hogels per second, as well as holographic optical elements up to 60x80 cm size and a hogel size from 250 to 500 microns. A 3D scanner equipped with a 4K video camera has been specially developed for scanning real objects, which improves the accuracy of color rendition and opens up new opportunities for using

точность цветопередачи и открывает новые возможности для применения голограмм, печатаемых на голографическом принтере CHIMERA. Создание нового голографического принтера CHIMERA является шагом вперед не только в развитии новых цифровых голографических приложений, но и голографии в целом.

Ключевые слова: голография, голограмма, голографический принтер, лазер, хогель, галогенидосеребряный материал, фотополимер, цветопередача, параллакс.

1. ВВЕДЕНИЕ

Принципы голографии были сформулированы в 1948 году Деннисом Габором [1], за что впоследствии он получил Нобелевскую премию. В основе голографии лежат явления интерференции и дифракции световых волн. Благодаря этим явлениям, удаётся зафиксировать и воспроизвести не только амплитуду, но и фазу световой волны, несущей информацию об объёмных свойствах объекта, и, тем самым, получить его 3D изображение. Лазерная эпоха в полной мере дала возможность реализовать принципы голографии на практике. Успехи голографии напрямую связаны с развитием лазерной техники, а также с созданием новых материалов для записи голограмм, а появление цифровых технологий дало толчок развитию нового направления в голографии – компьютерной и цифровой голографии. В изобразительной голографии, развитие которой во многом напоминает развитие фотографии, наступает эра цифровой голографии.

Новый импульс развитию голографии придала разработка непрерывных твердотельных лазеров с диодной накачкой, так называемых DPSS лазеров. В отличие от предыдущего поколения газовых лазеров, DPSS лазеры обладают рядом существенных преимуществ: малые размеры, небольшая потребляемая мощность, отсутствие водяного охлаждения, широкий набор генерируемых длин волн и большое время работы на отказ.

Цветная голография немыслима без высокоразрешающих материалов, имеющих высокую чувствительность во всём видимом диапазоне спектра. К настоящему времени лидирующие позиции в этом направлении занимают французские (ULTIMATE) и английские (COLOUR HOLOGRAPHICS) галогенидосеребряные высокоразрешающие фотоматериалы для цветной голографии. С их помощью реализованы все возможности аналогового метода записи голограмм Денисюка [2] для получения ультра реалистических изображений объектов. Доказательством тому является запись цветных отражательных голограмм (так называемых оптоклонов) знаменитой коллекции яиц Фаберже из музея Фаберже в Санкт-Петербурге, осуществлённая на этих материалах Греческим институтом голографии НИН (Афины) совместно с Университетом ИТМО (Санкт-Петербург). Причём запись голограмм велась непосредственно в самом музее с помощью мобильной камеры «ZZZclor» для записи голограмм Денисюка. Эта работа под руководством

holograms printed on a CHIMERA. The creation of the new CHIMERA holographic printer is a step forward not only in the development of new digital holographic applications, but also in holography in general.

Keywords: holography, hologram, holographic printer, laser, hogel, silver halide material, photopolymer, color rendition, parallax

директора НИН А. Лембессиса была удостоена награды Международной ассоциации производителей голограмм (IHMA) как лучший голографический проект 2015 года [3]. Среди относительно новых светочувствительных сред для голографии следует отметить и доступный в настоящее время фотополимерный материал (BAYFOL), разработанный фирмой Байер, который является весьма перспективным как для аналоговой, так и цифровой голографии, особенно для массового производства голограмм.

Несмотря на несомненные достижения аналоговой изобразительной голографии, она имеет ряд как технических, так и принципиальных ограничений. Например, при использовании метода Денисюка для записи голограмм объекты должны быть реальные, неподвижные и небольших (сопоставимых с размером фотопластины) размеров. Более того, масштаб изображения остаётся 1:1 и не поддаётся изменению. Поэтому аналоговая голография используется, в основном, для художественных, музейных и образовательных целей. Снятие таких ограничений позволило бы расширить возможности голографии в таких областях, как реклама, архитектура, медицина, автомобильная промышленность, военное дело и многих других. Этими возможностями обладают изобразительные отражательные мультиплексные синтезированные голограммы, которые состоят из упорядоченного множества дискретных голограмм сфокусированного изображения, называемых хогелями. Каждый хогель соответствует определённому ракурсу изображения. В качестве объекта используется набор цифровых фотографий или объёмное цифровое изображение с разбивкой на ракурсы с плоскими изображениями, которые выводятся на пространственный модулятор света. Каждое изображение последовательно записывается в импульсном режиме на всю площадь фоточувствительного носителя с помощью специального голографического принтера. Голографическое изображение синтезируется из изображений, восстановленных набором хогелей. Изобразительная синтезированная голограмма характеризуется размером отдельного хогеля (обычно в мкм), параллаксом (горизонтальным, вертикальным или полным), восстанавливает цветное или монохромное изображение при освещении источником света сплошного спектра, может воспроизводить элементы движения и достигать размеров несколько квадратных метров.

2. ВЕХИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ

Принцип записи виртуальных сцен с помощью голографического принтера представлен на рис. 1. 3D изображение, синтезированное в виде 3D файла, поступает в вычислительный центр, который разбивает объёмное изображение на плоские ракурсы, соответствующие виду объекта под различными углами наблюдения, и подготавливает соответствующие изображения для воспроизведения жидкокристаллическим оптическим модулятором. RGB лазерный пучок света, прошедший сквозь жидкокристаллический дисплей и формирующую оптику систему, является объектным для записи элементарной голограммы сфокусированного изображения (хогеля) на определённом участке фотопластинки.

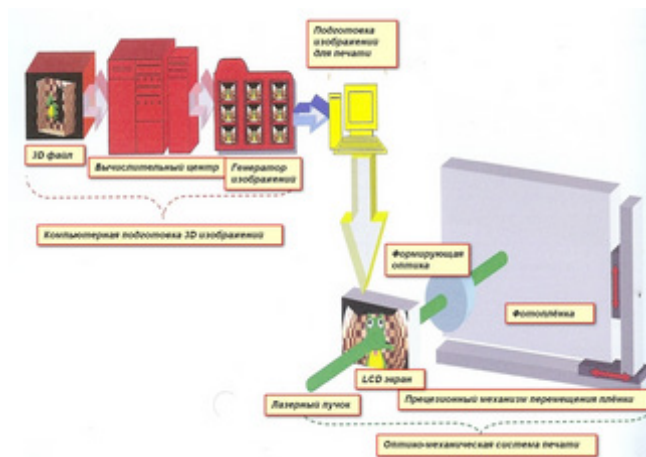


Рис. 1. Схема формирования хогеля в цифровой изобразительной голограмме.

Механическая система распределяет хогели по всей поверхности голограммы в соответствии с рассчитанными ракурсами (рис. 2). При освещении голограммы источником белого света восстанавливается цветное 3D стереоизображение синтезированного 3D объекта.

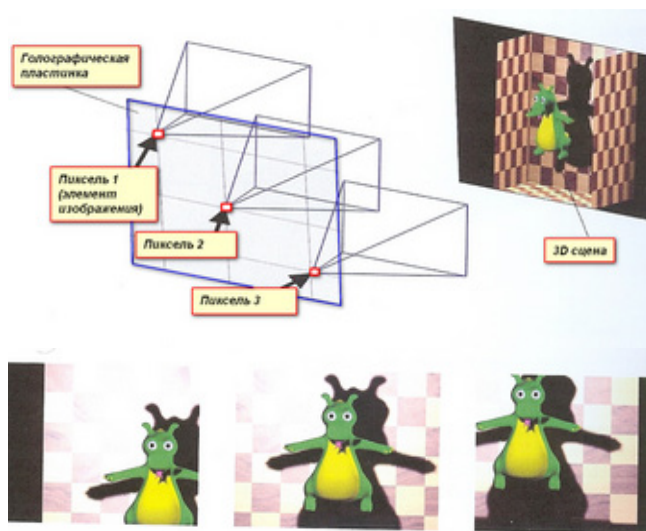


Рис. 2. Распределение хогелей по поверхности голограммы.

Поэтапный ход развития идеи голографической печати, начиная с изобретения голографии Д. Габором и заканчивая этапом её практической реализации и создания голографического принтера, изложен в работе Х-Ж Кхана, Е. Стойковой, Ю.-М. Кима с соавторами «Печать цифрового голографического контента в виде цветных галогенидосеребряных голограмм, видимых в белом свете [4].» В 1998 году Klug et al. [5], из Zebra Imaging Inc. (Остин, Техас, США) довели эту технику до создания первой коммерческой цифровой голографической печатающей системы для изготовления крупноформатных, цветных, отражательных цифровых стереограмм, которые в статье будем называть цифровыми голограммами или просто голограммами, напечатанными на голографическом принтере. Для записи голограмм, Zebra использовала мощные (несколько ватт) непрерывные газовые лазеры и цветной фотополимерный материал DuPont [6]. Однако из-за проблем, связанных с механической вибрацией и низкой чувствительностью материала DuPont, голограммы Zebra печатались с медленной скоростью – около 2 хогелей в секунду (или 2 Гц) – и при довольно большом размере хогеля (800 мкм). Голограммы на фотополимере DuPont имели ограниченный диапазон уровней серого цвета с сохранением в основном самых светлых участков. Эта низкая скорость печати была основным ограничением первого поколения голографических принтеров, т.к. печать голограммы 60x60 см при размере хогеля 800 мкм занимала до четырех суток. Использование при этом мощных непрерывных лазеров (газовые лазеры на криптоне и аргоне) требовало большого количества воды и электроэнергии, что делало процесс весьма дорогостоящим. Чтобы повысить скорость печати, во втором поколении голографических принтеров стали использоваться RGB импульсные лазеры. Первоначальная идея использования импульсных лазеров была предложена в 1999 г. Brotherton-Ratcliffe, а её практическая реализация была осуществлена группой компаний Geola (Вильнюс, Литва) [7, 8] и XYZ Imaging Inc. (Монреаль, Канада) при участии компании Сфера-С (Переславль-Залесский, Россия) в качестве производителя галогенидосеребряного голографического материала. Затем Ив Женте (Бордо, Франция) создал голографический принтер своей конструкции, тоже использующий твердотельный импульсный лазер. Принтеры с импульсным лазером печатали быстро (25 Гц) на фотопленке с галогенидосеребряной эмульсией Сфера С [9] или Ultimate [10]), а также используя фотополимерную плёнку (DuPont или Covestro [11]). Импульсные RGB лазеры генерируют излучение на следующих трех основных длинах волн: в красном диапазоне 660 нм, в зелёном 526 нм (или 532 нм) и в синем 440 нм. С переходом на импульсный режим записи появились новые проблемы, отсутствовавшие в первом поколении голографических принтеров. В частности, в голографических изображениях, записанных с этими тремя конкретными длинами волн, точность воспроизведения была достаточно низкой из-за различия восприимчивости глаза к цветам в этих областях

спектра – слабого для синего и красного цветов и высокой для зелёного. Кроме того, из-за сверхбыстрой (несколько наносекунд) экспозиции по сравнению с миллисекундными экспозициями у Zebra, дифракционная эффективность (ДЭ) голограмм была значительно ниже. Geola частично компенсировала потерю ДЭ за счёт резкого уменьшения видимого вертикального параллакса их голограмм по сравнению с голограммами Zebra. Ещё одним неудобством, связанным с использованием импульсных лазеров, является их невысокая надёжность, долгий и дорогостоящий процесс их обслуживания, регулярная замена ламп накачки. Всё это затрудняет коммерческое использование подобных голографических принтеров без высококвалифицированных специалистов. Новая технология голографической печати и соответствующий голографический принтер получили название Chimera (Химера). Это сочетание маломощных (от 20 мВт) коммерческих непрерывных твердотельных лазеров, быстрой печати (обычно 25 Гц и выше), галогенидосеребряного материала Ultimate 04 (U04) собственного изготовления и оптической головки, обеспечивающей цветную печать с горизонтальным параллаксом 120°.

3. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ CHIMERA.

А. ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАПИСИ ХОГЕЛЕЙ.

На рисунке 3 показана схема получения исходных данных с помощью видеокамеры для записи голограммы с горизонтальным параллаксом (половинным параллаксом) на примере портретной съёмки. Набор данных представляет собой серию как минимум 192 и максимум 768 горизонтальных изображений реального объекта, снятых с точек, равномерно расположенных на дуге окружности в 120°. Такие же данные могут быть получены для виртуального изображения, сгенерированного компьютером. Можно оставить камеру неподвижной и использовать вращение объекта, установленного на вращающуюся подставку. Для достижения максимального видимого горизонтального параллакса камера сфокусирована на центр сцены, расстояние до которого постоянно. Используя полученные данные, программа вычисляет хогели для печати на принтере Chimera. На голограмме вертикальная ось вращения камеры проходит через середину голографической пластинки. Всё, что находится перед этой осью, выглядит «плавающим» в пространстве перед голограммой.

При подготовке данных для создания голограммы с полным параллаксом сохраняются те же условия записи изображений, как и для половинного параллакса, но процедура повторяется на разных вертикальных уровнях обычно от 48 до 192, образуя цилиндр точек зрения. Голограмма, напечатанная с использованием этих данных, эквивалентна голограмме, полученной в традиционном аналоговом процессе. Для получения изображений реальных 3D-сцен для печати на принтере Chimera был специально разработан 3D-сканнер (рис. 4).

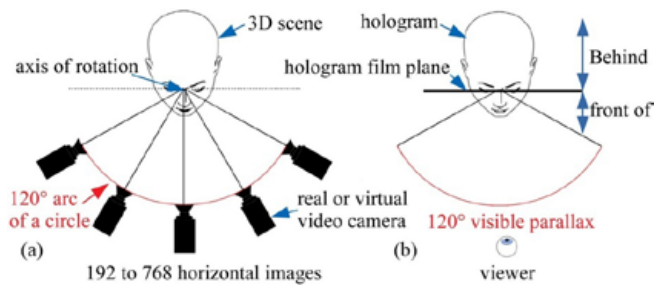


Рис. 3. Получение исходных данных 3D сцены (а) для печати голограммы (b) с горизонтальным (половинным) параллаксом

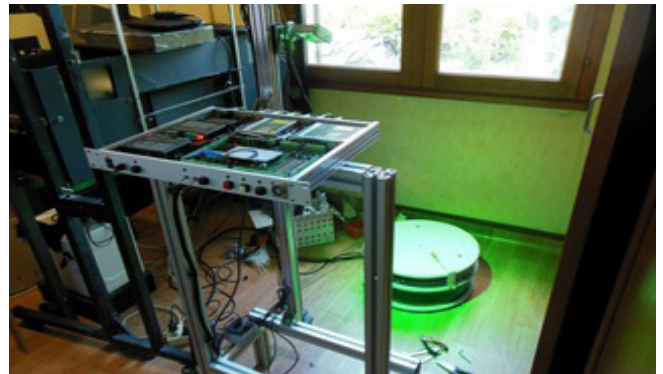


Рис. 4. Вращающаяся платформа, сканнер и блок управления для получения данных о 3D объекте для печати голограммы с полным параллаксом

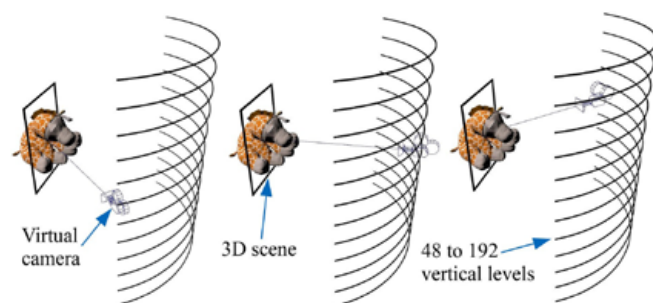


Рис. 5. Получение исходных данных 3D сцены для печати голограммы с полным параллаксом

Этот сканнер, снабжённый камерой 4K, может записывать сцену неподвижного объекта для голограмм от 10x13 см до 60x80 см. Сканнер работает в автоматическом режиме и выдаёт 768 горизонтальных и 192 вертикальных изображений, соответственно обеспечивая углы обзора 120° и 52° (рис. 5). Для компьютерного синтеза изображений 3D объектов использовалась программа 3DSmax. Изображения генерируются с помощью виртуальной камеры, а затем, с помощью программы, специально разработанной для Chimera, и, используя те же принципы, что и для аналоговой съёмки, рассчитываются хогели в реальном времени по методу Su и др. [12]. Это позволяет избежать хранения большого объёма промежуточных файлов и обеспечить скорость 50 Гц. На рис. 6 показана упрощённая схема устройства голографического принтера Chimera.

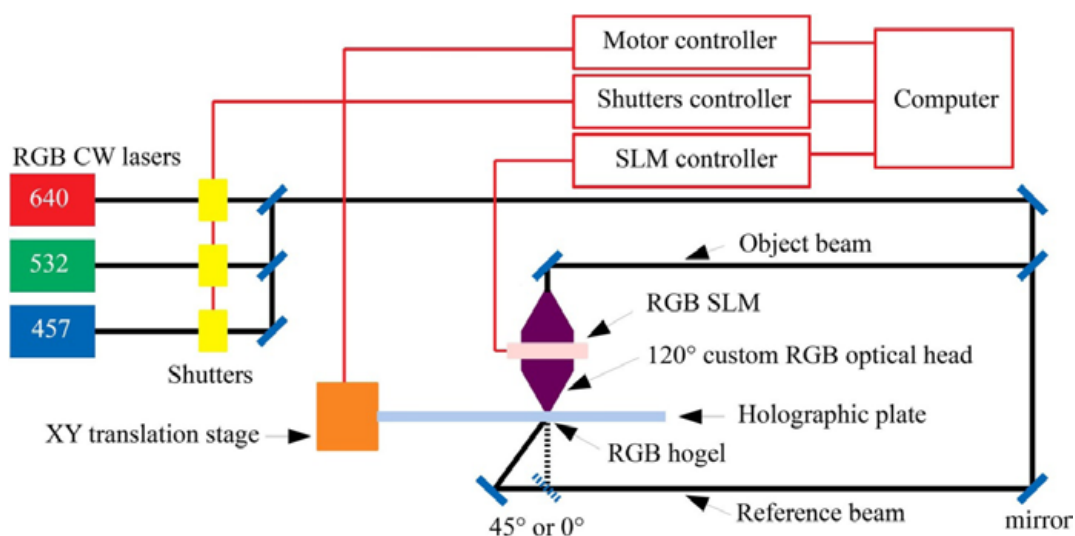


Рис. 6. Упрощённая оптическая схема голографического принтера Chimera.

Б. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ПРИНТЕРА CHIMERA

В голографическом принтере Chimera используются три промышленных непрерывных DPSS лазера с мощностью каждого не менее 20 мВт и длинами волн 640, 532 и 457 нм. Три быстродействующих затвора позволяют регулировать экспозицию в диапазоне от 1 до 2 мс. Чтобы избежать воздействия вибраций во время записи, была разработана новая антивибрационная механическая система. Каждый хогель записывается последовательно один за другим, используя RGB систему, основанную на трех пространственных модуляторах света (SLM), и 120° записывающую оптическую головку, изготовленную по индивидуальному заказу. Падающий от SLM пучок света интерферирует с опорным пучком, падающим по углом 45° или 0°, и интерференционное поле, соответствующее каждому RGB хогелю, записывается в эмульсионном слое фотоматериала. На рис. 6 показана упрощённая оптическая схема голографического принтера Chimera. Перед печатью выставляется режим, задающий размер хогеля (250 или 500 мкм), базовый угол (45° или 0°) и скорость печати (от 1 до 50 Гц).

В. ФОТОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАПИСИ ГОЛОГРАММ НА ГОЛОГРАФИЧЕСКОМ ПРИНТЕРЕ CHIMERA.

Голограммы с помощью Chimera записываются на галогенидосеребряных изопанхроматических фотопластинках U04, разработанных для записи цветных аналоговых голограмм с использованием лазерных длин волн видимого диапазона спектра (442, 457, 473, 488, 514, 532, 633, 640, 647 и 660 нм). Размер зерна эмульсии настолько мал (порядка 4 нм), что голограмма записывается на любой длине волны из видимого спектра без рассеяния. Обработка фотопластинок заключается в их проявлении и отбеливании. Химические вещества, используемые в растворах, безопасны как для людей, так и для окружающей среды. Процесс обработки представлен в таблице 1.

Табл. 1. Поэтапный процесс обработки фотопластинок U04

Стадии обработки	Время (мин.)
Проявление в безопасном проявителе «Ultimate» при 22°С	4
Промывка в проточной воде	0.5
Отбеливание в безопасном «Ultimate» отбеливателе при 22°С	До полной отбеливания
Промывка в проточной воде	3
Ополаскивание в воде с добавлением ПВА	1
Вертикальная сушка	20

После обработки эмульсионный слой голограмма заклеивается вторым стеклом с помощью оптического клея, чтобы защитить голограмму от влияния окружающей среды и сохранить её цвет.

Г. МЕТОД ОСВЕЩЕНИЯ ГОЛОГРАММЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ

Выбор источника света для восстановления изображения в цветной голографии является очень важным моментом, поскольку он должен отвечать следующим требованиям: быть точечным и содержать длины волн, использованные при записи. Наилучшим решением в настоящее время является использование коммерческих RGB светодиодов, у которых длины волн излучения совпадают с центром лазерных длин волн [13]. Для восстановления изображения голограмм Chimera были выбраны RGB светодиоды 3 Вт и 9 Вт в зависимости от размера голограммы, которые устанавливались на расстоянии 50 см от центра голограммы под углом 45° (или 0°).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На голографическом принтере Chimera были изготовлены голограммы следующих объектов:

- портрет с горизонтальным параллаксом (данные получены с использованием поворотного стола, рис. 7 а);
- статический объект с полным параллаксом (с использованием данных 3D- сканнера, рис. 7b);
- объёмное изображение, синтезированное на компьютере с помощью программы 3DSmax, (рис. 7с).

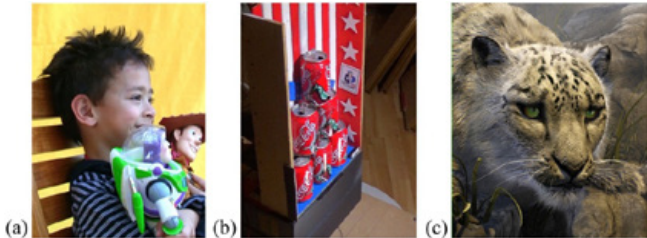


Рис. 7. 3D объекты, голограммы которых были записаны на голографическом принтере CHIMERA:

а – данные получены с помощью видео камеры и поворотного стола – половинный параллакс; b – данные получены при помощи 3D-сканнера – полный параллакс; с – использован файл, созданный с помощью программы 3DSmax – полный параллакс.

При печати голограмм Chimera с размером хогеля 500 мкм можно было увеличить скорость печати до 25 Гц. Однако на частоте 28 Гц стали появляться чёрные хогели, указывая на вибрацию голографической пластинки во время записи (рис.8).

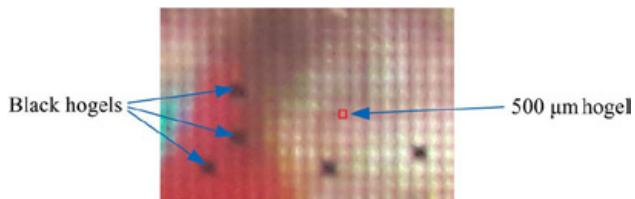


Рис. 8. Чёрные хогели – результат вибрации системы во время записи.

Время печати голограмм квадратично зависит от размера хогеля, т.е. голограмма с размером хогеля 250 мкм должны печататься в 4 раза дольше, чем такая же голограмма, но с размером хогеля 500 мкм. Однако скорость печати для голограммы с хогелем 250 мкм можно довести до 50 Гц, так что время печати увеличивается лишь в 2 раза.

Используя программу генерации хогелей, на стеклянных фотопластинках U04 разных размеров (10x13, 20x26, 30x40 и 60x80 см), с разным разрешением (250 и 500 мкм) была напечатана серия ультра реалистических голограмм (рис. 9), отличающихся высоким разрешением и яркими, естественными цветами. Кроме того, была продемонстрирована возможность печати многоактурных голограмм и напечатан даже, аналогично чёрно-белой фотографии, чёрно-белый вариант с различными уровнями серого цвета (рис. 10).

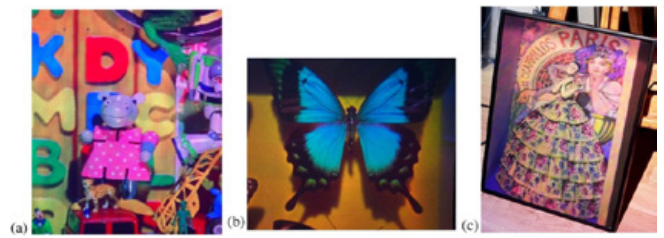


Рис. 9. Ультра реалистические голограммы, записанные на голографическом принтере Chimera различного размера и разрешения.

(a) – голограмма полного параллакса размера 30x40 см с размером хогеля 500 мкм, объект с насыщенными цветами; (b) – голограмма полного параллакса размера 20x26 см с размером хогеля 250 мкм, объект реальная бабочка; (c) – голограмма музейного объекта с пастельными тонами.



Рис. 10. Трёхактурная (а) и чёрно-белая/цветная (b) голограмма, напечатанная на голографическом принтере Chimera

По достигнутой цветопередаче голограммы, напечатанные на голографическом принтере Chimera, превосходят голограммы, полученные с использованием системы, оснащённой импульсными лазерами. Диапазон цветов голографического изображения, полученный с помощью принтера Chimera, даже шире, чем у эквивалентных голограмм Денисюка (при записи одинаковыми RGB лазерами), поскольку цветовой баланс в каждой точке управляется с помощью программного обеспечения. Например, жёлтый или золотой цвет почти никогда не сбалансированы в голограммах Денисюка, в то время, как Chimera печатает их корректно (рис. 11). Видео некоторых голограмм, а также голограмма автомобиля из проекта Dorean, номинированного на награду IHMA как лучший проект года, можно посмотреть в интернете:

<https://shop.ultimate-olography.com/tempo/award1.mp4>
<http://shop.ultimate-holography.com/tempo/dolorean2.mp4>

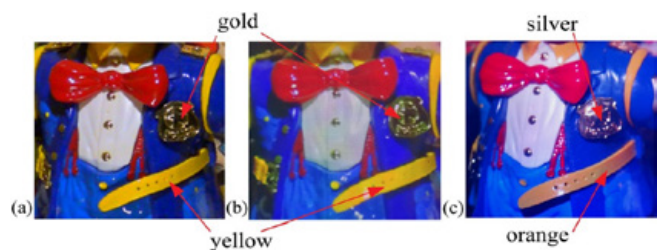


Рис. 11. Фотографии реального объекта (а), голограммы, напечатанной на голографическом принтере Chimera (b) и голограммы Денисюка (с).

4.4. ОБСУЖДЕНИЕ ДОСТОИНСТВ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ НА ПРИНТЕРЕ CHIMERA

В то время, как аналоговые голограммы имеют ограничения в масштабировании – обычно 1:1 относительно реального объекта, на принтере CHIMERA могут быть напечатаны голограммы в любом масштабе, а также есть возможность изначально синтезировать вынесенные из плоскости изображения, которые так зачаровывают публику. Кроме того, эти голограммы при копировании сохраняют 120° полный параллакс, в то время, как традиционное копирование пропускающей голограммы на отражательную (которое позволяет вынести часть изображения в пространство) всегда сопровождается уменьшением видимого параллакса.

Сконструированный нами сканнер позволяет получать данные для записи голограмм с полным параллаксом без того, чтобы использовать лазеры, антивибрационные системы, голографические пластинки и оборудование для их обработки на месте съёмки. Кроме того, полученные голограммы могут быть использованы в качестве голограмм-оригиналов для оптического копирования на галогенидосеребряные и фотополимерные материалы теми же RGB непрерывными лазерами.

Принтер CHIMERA способен печатать, так называемые «zero-degree» голограммы, при записи которых опорный пучок падает на голограмму нормально. Однако, если голограммы ZEBRA имеют асимметричный видимый параллакс 90°x70°, то голограммы CHIMERA имеют симметричный параллакс 120° по всем направлениям.

По сравнению с системой фирмы GEOLA, которая имеет три RGB оптических головки, CHIMERA имеет только одну, что исключает необходимость 3 раза печатать один хогель. Скорость печати принтера Chimera по крайней мере не меньше, чем в системах, использующих импульсные лазеры. Например, при размере хогеля 500 мкм максимальная скорость печати составляет 25 Гц и время печати голограммы 30x40 см составляет 5 часов 30 минут. Для такой же голограммы, но с размером хогеля 250 мкм и максимальной скоростью печати 50 Гц это время составляет 11 часов, в то время, как у эквивалентной системы с импульсным лазером оно 22 часа.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Chimera – это система цифровой голографической печати на основе трёх маломощных непрерывных RGB лазерах и использовании высокоразрешающих галогенидосеребряных фотопластинок Ultimate U04. По качеству и цветопередаче получаемых изображений, голографический принтер Chimera превосходит принтеры двух предыдущих поколений. Принтер способен печатать вы-

сокачественные крупноформатные цветные с полным параллаксом отражательные голограммы и голограммные элементы с размером хогеля 250 и 500 мкм. При размере хогеля 250 мкм наблюдателю трудно отличить такую голограмму от аналоговой голограммы того же объекта. Качество голограмм, напечатанных на принтере Chimera, отвечает требованиям, предъявляемым к мастер-голограммам, используемых для изготовления оптических копий на галогенидосеребряных и фотополимерных материалах с помощью аналогичных RGB лазеров. Простота технологии, использующей голографический принтер Chimera, открывает новые перспективы развития цветной голографии и её приложений. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *D. Gabor*, "A new microscopic principle," *Nature* 161, 777–778 (1948).
2. *Y. N. Denisjuk*, "On the reproduction of the optical properties of an object by the wave field of its scattered radiation," *Opt. Spectrosc.* 18, 152–157 (1965).
3. *Holography News*, vol. 29, №3, p. 3 (2015)
4. *H.-J. Kang, E. Stoikova* и др. https://www.researchgate.net/publication/315794671_Printing_of_digital_holographic_content_as_a_color_white_light_viewable_silver-halide_hologram.
5. *M. Klug, M. Holdback, and A. Ferdman*, "Method and apparatus for recording 1-step full-color full-parallax holographic stereograms," U.S. patent US6330088B1 (1998).
6. *U.S. Rhee, H.J. Caulfield, C.S. Vikram, and J. Shamir*, "Dynamics of hologram recording in DuPont photopolymer," *Appl. Opt.* 34, 846–853 (1995).
7. *D.C. Brotherton-Ratcliffe, F. M. Vergnes, A. Rodin, and M. Grichine*, "Method and apparatus to print holograms," Lithuanian patent LT4842 (1999).
8. *D.C. Brotherton-Ratcliffe, S.J. Zacharovas, R.J. Bakanas, J. Pileckas, A. Nikolskij, and J. Kuchin*, "Digital holographic printing using pulsed RGB lasers," *Opt. Eng.* 50, 091307 (2011).
9. "Slavich," 2019, <https://www.slavich.com> (July).
10. *P. Gentet, Y. Gentet, and S. H. Lee*, "Ultimate 04 the new reference for ultra-realistic color holography," *International Conference on Emerging Trends & Innovation in ICT (ICEI)* 1, 162–166 (2017).
11. *Covestro Deutschland AG*, *Bayfol HX200 Datasheet* (2018).
12. *J. Su, X. Yan, Y. Huang, X. Jiang, Y. Chen, and T. Zhang*, "Progress in the synthetic holographic stereogram printing technique," *Appl. Sci.* 8, 851 (2018).
13. *P. Gentet, Y. Gentet, and S.H. Lee*, "New LED's wavelengths improve drastically the quality of illumination of pulsed digital holograms," in *Digital Holography and Three-Dimensional Imaging (Optical Society of America 2017)*, pp. M3A-4



JPEG КАК МЕТОД ОБОБЩЕНИЯ В ЦИФРОВОМ ИСКУССТВЕ. Четвёртая часть



Е.А. Артемов, info-poli@yandex.ru, преподаватель фотокомпозиции, член Объединённого комитета художников-графиков г. Москвы, РФ

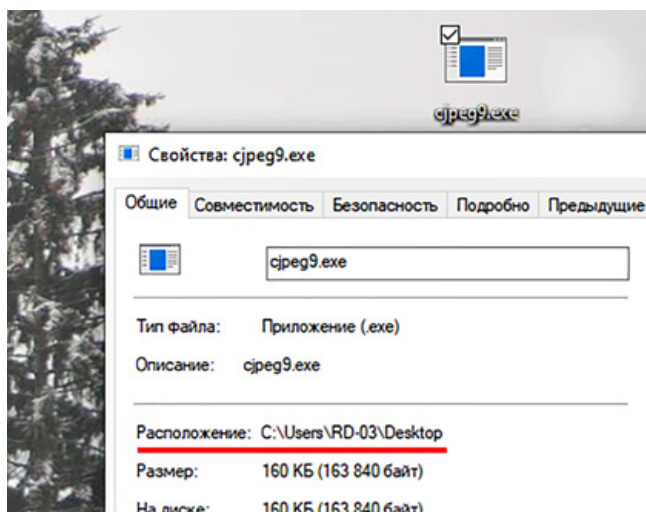
■ *(Четвёртая часть мастер – класса на примере фотографий Е. Артемова, вошедших во Всероссийский фонд произведений изобразительного искусства. Фотографии Евгения Артемова хранятся в фондах Славянской библиотеки в Париже, Русского музея в Санкт-Петербурге, в частных коллекциях Франции, Германии, Голландии, США, России, во Всероссийском фонде произведений изобразительного искусства.)*

Пришло время заключительной, четвёртой части моего мастер-класса. В первой части мы разобрали теоретические основы обобщения изображения алгоритмом JPEG и работу с цветным аналоговым негативом. Во второй части – работу с цифровыми файлами, сжатыми в программе JPEG compressor 2019. В третьей части мы разобрали работу с цветом. Четвёртую часть мы начнём с бесплатного набора утилит libjpeg. Скачайте его с сайта <https://jpegclub.org/reference/reference-sources/>. Библиотека состоит из многих утилит для работы с файлами JPEG. Для нас самая важная – утилита sjpeg, позволяющая тонко настраивать параметры сжатия JPEG.

Самое главное преимущество, отсутствующее в большинстве кодеков для сжатия JPEG, которое предоставляет утилита sjpeg – возможность задавать при сжатии различные размеры блоков пикселей – от 1x1 pix до 16x16 pix. Существуют и другие программы, позволяющие сжимать файлы с различным размером блоков пикселей, из них самая известная – ImageMagick, ознакомиться с которой можно по адресу <https://imagemagick.org/>. ImageMagick – такая же консольная программа, как

и sjpeg, но разобраться в ней труднее, а возможностей регулировать сжатие JPEG в ней меньше, чем в утилите sjpeg, специально для этого созданной.

Давайте освоим утилиту sjpeg. Положите исполняемый файл утилиты на рабочий стол Вашего компьютера. На рабочий стол поместите так же файл изображения, который Вы собираетесь сжимать. Выделите файл утилиты и нажмите кнопку «Свойства» в выпадающем меню. Вы увидите полный путь к файлу. (Илл. 1) Это необходимо для создания команд управления утилитой sjpeg. Напоминаю, что консольная программа sjpeg управляется командами из приложения Рабочая строка Windows и не имеет графического интерфейса.



Илл. 1

Для удобства работы я редактирую мои команды в приложении Блокнот, сохраняю их, копирую, вставляю в Рабочую строку (все последние релизы Рабочей строки поддерживают такую возможность) и нажимаю Enter. Сжатый файл сохраняется в указанном Вами расположении, я сохраняю его на Рабочий стол для дальнейшей работы.

Попробуем сжать наш файл с размером блоков 16x16 pix. Для этого нужно сначала преобразовать его в формат BMP. Размер файла – как и ранее, 3000 pix по длинной стороне. Нам не следует увеличивать размер файла, если мы хотим, что бы размер блоков пикселей в нашем изображении стал больше. С другой стороны, уменьшение размера файла менее 3000 pix вызывает потерю резкости и создает проблемы при дальнейшем увеличении размера изображения для выставочной печати. Распространенный и очень удобный формат TIF утилитой cjpeg не поддерживается из-за патентных ограничений.

Наберите в Блокноте Ваш аналог моей команды: `C:\Users\RD-03\Desktop\cjpeg9.exe -block 16 -quality 10,6 C:\Users\RD-03\Desktop\3000.bmp C:\Users\RD-03\Desktop\3000-16-10-10.jpeg`. Синописис команды такой: `C:\Users\RD-03\Desktop\cjpeg9.exe` – полное имя исполняемого файла на моем компьютере, `-block 16` -команда, задающая размер блоков из пикселей, в нашем случае 16x16 pix, команда `-quality 10,6` – не степень сжатия файла, как в JPEG compressor 2019, а качество сжатого файла, 100 – наивысшее, 0 – самое низшее. Уровень сжатия 97 в JPEG compressor 2019 примерно соответствует качеству 7 в утилите cjpeg. Вы видите, что самое сильное сжатия в cjpeg имеет в два раза больше уровней регулировки, чем в JPEG compressor 2019, и поэтому настраивается точнее. Первая цифра в команде `-quality 10,6` относится к качеству итогового файла по яркости, вторая – к качеству по цветности. `C:\Users\RD-03\Desktop\3000.bmp` – полное имя файла, который я сжимаю, `C:\Users\RD-03\Desktop\3000-16-10-6.jpeg` – полное имя сжатого файла, если сохранять его на рабочем столе. В имени сжатого файла я обязательно включаю настройки сжатия, что бы не запутаться в дальнейшем.

К сожалению, Фотошоп не открывает файлы JPEG с любой блочностью, отличной от 8x8 pix. Такие файлы мы можем открыть двумя способами: использовать утилиту djpeg, которая имеется в библиотеке libjpeg или использовать для открытия этих файлов программу Corel PhotoPaint.

Утилита djpeg конвертирует файлы JPEG 16x16 pix в заданный нами формат, например, в -bmp с сохранением блочной структуры сжатого файла JPEG. Положите исполняемый файл djpeg на рабочий стол и используйте Ваш аналог команды `C:\Users\RD-03\Desktop\djpeg9.exe -bmp C:\Users\RD-03\Desktop\3000-16-10-6.jpeg C:\Users\RD-03\Desktop\3000-16-10-6.bmp`. Недостатком этого метода является трудоемкость. Утилита djpeg не имеет пакетного режима обработки, и Вам нужно конвертировать файлы по одному, изменяя команду в Командной строке

для каждого нового файла, а затем открывать файлы bmp просмотрщиком чтобы оценить пригодность полученного рисунка блоков из пикселей для Ваших целей. Достоинство – утилита djpeg бесплатно поставляется в пакете libjpeg вместе с утилитой cjpeg и Вам не нужно использовать никакие платные программы для конвертации Ваших файлов.

Программа Corel PhotoPaint большая, платная, но она значительно ускоряет работу. Вы сразу видите полученный рисунок пикселей и можете сохранить в любом формате только те результаты сжатия, которые подходят Вам.

Рабочий процесс с использованием утилиты cjpeg такой. Вы сжимаете Ваш сюжет с разными настройками сжатия много раз, так как при сильном сжатии даже один шаг вызывает значительное изменение рисунка блоков пикселей. Затем Вы открываете полученные файлы JPEG в PhotoPaint и сохраняете в формате TIF те файлы, которые подходят Вам по полученному рисунку.

Ниже – самые краткие рекомендации по работе с утилитой cjpeg. Так как сжимать изображения с выборкой 8x8 pix можно под визуальным контролем в программе JPEG compressor 2019, то для утилиты cjpeg я разбираю варианты сжатия с выборкой 16x16 pix, команда `-block16`.

При сжатия утилитой cjpeg с командой `-block16` пиксели изображения объединяются в большие блоки после применения команды «Чёрно-белое» в Фотошоп при качестве 20 и менее. Качество 15 – предел читаемости надписей, видимых в кадре. При дальнейшем уменьшении качества буквы сливаются, мелких деталей остается все меньше, ощущение резкости изображения уходит. Качество 9 – та граница, где фотография воспринимается фотографией. При дальнейшем уменьшении качества, примерно со значения 7, изображение начинает восприниматься как графика, количество полутонов очень сильно сокращается. Если подчеркивать блочность фильтром «Контурная резкость», как это описано в третьей части мастер-класса, то видимость блоков начинается с качества 35 и ниже.

Все рекомендации – для сжатия по яркости.

При выборке 1x1 pix блоки возникают при очень сильном сжатии – качество 2. Изображение детальное, блоки мелкие. При выборке 2x2 pix блоки оптимальны при качестве 4, ниже – изображение не воспринимается фотографией. При выборке 4x4 pix качество 7 – нижний предел сжатия, когда фотография смотрится фотографией. При стандартной выборке 8x8 pix качество 15 – верхний предел сжатия (и нижний предел качества), когда блоки связаны с изображением, а не кажутся отдельной структурой.

Вот и всё самое важное для начала работы. Давайте посмотрим примеры.

Илл. 2, «Мы строим, строим, строим...». Файл сжат с блочностью 16 pix, `-quality 10,7` сжатый файл положен поверх несжатого, в сжатом файле протерты ластиком лицо и руки гастарбайтера, дальнейшая обработка обычная, как рассказано во второй части моего мастер-класса.



Илл. 2. Мы строим, строим, строим...

Файлы, сжатые с блочностью 16x16 pix имеют более крупный рисунок блоков. Но они несколько менее резкие, и фактуры в них менее отчетливые, чем в тех же сюжетах, сжатых с блочностью 8x8 pix. Поэтому, в большинстве случаев, я создаю слоеный пирог: нижний слой – изображение, не подвергавшееся сжатию, затем – изображение, сжатое 16x16 pix, и над ним изображение, сжатое 8x8 pix. Я работаю с прозрачностью, режимами наложения, и протираю ластиком слои, лежащие сверху, что бы стали видны нижние слои.

Что поделать! Начав обобщение изображения алгоритмом JPEG, я оставляю территорию «чистой» фотографии и пересекаю границу Digital Art.

Илл. 3. «Забвение» Нижний слой – необработанное изображение, затем слой 8x8 pix, над ним слой 16x16 pix, ластиком протерто лицо павшего городского и часть панорамы старой Москвы на фоне.

Если Вы сторонник «непосредственной», «чистой» фотографии, Вы можете использовать сжатие JPEG только для обобщения изображения, не ставя перед собой образительных задач. Это возможно, поскольку сжатие JPEG не только очень привычно зрителю, но и соответствует обработке изображения зрительным механизмом человека. В этом случае создавать слоеный пирог из изображений конечно, не потребуется.

Для меня важно, какой рисунок пикселей получится в результате сжатия и как он будет коррелироваться с основным изображением. Если нужный мне рисунок никак не получается в результате различной степени сжатия по яркости и по цветности, я изменяю размер изображения

по одной из сторон на несколько пикселей и ищу нужный мне блочный «узор» снова. Рисунок получается иной, но как он изменится – предугадать трудно, нужно действовать перебором вариантов.

Илл. 4. «Армянский переулок, дом 13». Здесь находится Заочный Народный Университет Искусств, где я преподавал в 70-е годы 20 века.

Время застывшее на 40 лет, неизменность внешнего рисунка жизни, заброшенность этого дворика больно задела меня. Я решил использовать эстетику снэпшота в композиции и подчеркнуть ранимость и незащищенность всего живого в нашем мегаполисе. Для этого я выделил ограждение молодого дерева в Фотошопе, окрасив его кисточкой в пурпурный цвет. Я поднял яркость пурпурного в корректирующем слое «Чёрно-белое». Какая разница – осветлять и затемнять части снимка при аналоговой фотопечати или делать то же самое методами Фотошоп? Деревце оказалось как бы в клетке, зажатое стенами старых домов и остовами старых машин. Какая судьба его ждёт?

Вопрос, не решенный мною до конца – обработка чёрно-белых снимков. Их можно сжимать только по яркости, и инструмент «Черно-белое» к ним не применим. Значит, создать рисунок блоков из пикселей во всей его выразительности, невозможно. Выход один – раскрасить чёрно-белое изображение. Обратите внимание, Ваш раскрашенный снимок – только полуфабрикат. Его цвета должны обеспечить удобную работу инструментом «Чёрно-белое». То есть, при раскраске Вы не должны стремиться к «красивым» или «естественным» цветам.



Илл. 3. Забвение



Илл. 4. Армянский переулок, дом 13

Условные, насыщенные цвета – лучшая заготовка для дальнейшей работы.

Простейший способ колоризации – раскрасить снимок автоматически с помощью программы Adobe Photoshop Elements. К сожалению, любой метод раскраски – и ручной, и автоматический – предполагает анализ снимка либо автором, либо программой – и разделение его на зоны для раскраски разными цветами. Такое разделение создаёт грубые границы при дальнейшем сжатии алгоритмом JPEG и применении инструмента «Чёрно-белое» в программе Фотошоп. Границы, если они Вам не нужны, можно немного сгладить на готовом изображении, стирая их ластиком.

Таким же недостатком страдает раскраска чёрно-белого изображения плагином Topaz ReStyle. Плагин создаёт очень грубые границы участков, окрашенных в разные цвета.

Самые неразрушающие методы раскраски предлагает нам Фотошоп. Я знаю два метода. Профессиональные колористы и ретушеры наверняка знают ещё несколько таких приемов.

Во-первых, корректирующий слой «Цветовой тон/Насыщенность». Ставим галочку «Тонирование» и выбираем любой сложный, состоящий из всех цветов RGB, оттенок. Без опции «Тонирование» данный инструмент раскрасить чёрно-белое изображение не может. При дальнейшей обработке – сжатие и перевод в чёрно-белое, границы не возникают, но возможности построения блоков из пикселей ограничены.

Во-вторых, инструмент «Цветовой баланс» позволяет немного разделить по цвету тени, средние тона и света чёрно-белого изображения. Или – сильно разделить цвет светов и теней, при этом цвет средних тонов будет случайным. Возможностей построения блоков из пикселей больше, чем при тонировании, но и границы между участками разного цвета – заметнее.

В любом случае, раскрасили-ли Вы свой чёрно-белый снимок, или используете цветной файл с фотоаппарата, перед корректирующим слоем «Чёрно-белое», сразу над фоном, я советую создать корректирующий слой «Сочность-Насыщенность» и, двигая его ползунки, уточнять результат воздействия слоя «Чёрно-Белое».

Посмотрим примеры.

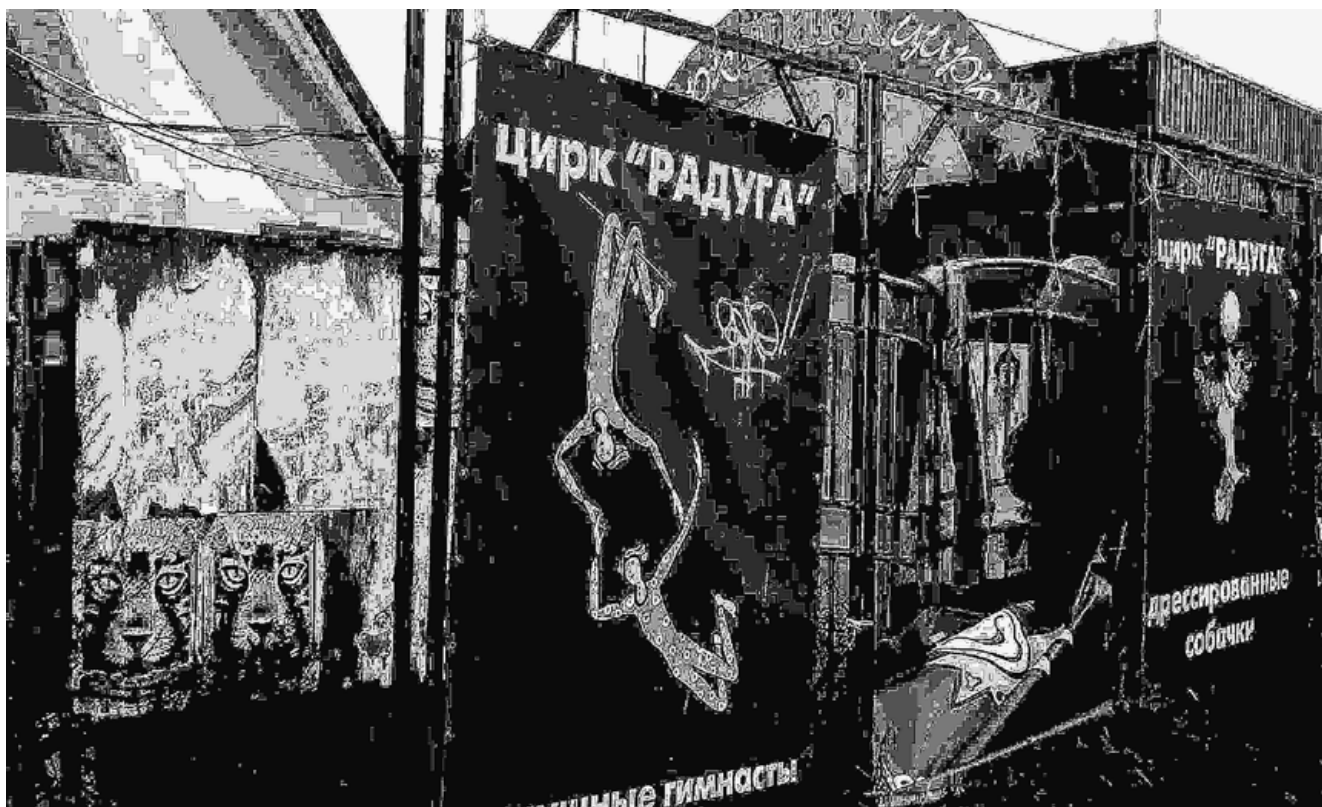
Илл. 5. «Русь». Исходник – чёрно-белый негатив 6x9 см. Для того, что бы стало возможно использовать инструмент «Чёрно-белое», я перевёл изображение в режим RGB и применил корректирующий слой «Цветовой баланс». Цвета и тени я окрасил в дополнительные цвета: света – в пурпурный, а тени – в зелёный цвет. Я применил сложные цвета RGB, что бы было больше возможностей строительства блоков из пикселей при использовании инструмента «Чёрно-белое». Сжатие утилитой sjpeg, блочность 16, качество 91,8.

Творчество работников ЖКХ очень точно отразило состояние нашей Родины – всю-то её изуродовали и по досточкам растащили.

Илл. 6 «Цирк». Чёрно-белый негатив 6x9 см. Чёрно-белое изображение можно сжимать только по яркости.



Илл. 5. Русь



Илл. 6. Цирк

Инструмент «Чёрно-белое», главный инструмент строительства блоков из пикселей, применить невозможно. Я сжал изображение программой JPEG compressor 2019 по яркости – 98, по цветности – 1. Затем – «Контурная резкость», последовательно дважды: эффект 15, радиус 150, и затем – эффект 200, радиус 1,5. Верхний слой – кривые.

Блоки из пикселей усилили ощущение грусти и потери, подчеркнули уход старого цирка даже из нашей памяти. Цирк стал призраком.

Илл. 7. «Призраки». Во втором часу ночи я увидел девушек с воздушными шарами. Это плыли по Замоскворечью персонажи Борисова-Мусатова. Небо светилось над ними. Вскинул фотоаппарат и нажал на спуск. Сжатие в JPEG Compressor, сжатие 96 по яркости, 98 по цветности. Обработка – как описано во второй части моего мастер-класса. Нижний слой – необработанное изображение, некоторые яркие места протерты ластиком.

Илл. 8. Виктор Эльпидифорович Борисов-Мусатов. «Призраки» 1903 год.

Илл. 9. «Отчий дом». Эта работа подвела черту под моей серией «Я шагаю по Москве», и она же завершит наш обширный мастер-класс.

Зацепский Вал, дом 14. В этом доме я родился, отсюда поступил во ВГИК. Мир в те годы казался сладок и прекрасен. Но, уже учась во ВГИКе, я не сфотографировал свой дом, нашу комнату в коммуналке – 18 метров на 4 человека, наш двор... Казалось, что есть дела поважнее. Когда я наконец-то пришёл снимать свой дом, то войти в него не смог. Дом выселили, двор наглухо закрыли. Не стало и це-

лого района в окрестностях дома, напротив Павелецкого вокзала. Взамен – огромная брошенная стройплощадка.

Я много раз возвращался к своему дому. Я сделал много фотографий, но все они вызывали у меня чувство разочарования. И вот, после последних реноваций, когда асфальт, в который проваливались каблучки моей мамы, заменили на плитку, я пришёл к своему дому ещё раз. Была поздняя осень, налетел снежный заряд, я спрятался под новый навес остановки троллейбуса. Посмотрел на свой дом через стекло – и понял, что мне никогда не вернуть его таким, каким он мне запомнился. Между нами была преграда лет. Я почувствовал, что стекло новой остановки и летящий снег могут чувственно передать эту преграду. Я сделал массу дублей. За эту возможность я люблю цифровую фотографию. Но полученный результат не удовлетворил меня. Он только наметил путь дальнейшей работы, как эскиз будущей картины. Снег получился жидковатым, витрины новых магазинов – слишком яркими. Холодный светодиодный цвет остановки получился недостаточно голубым. На тех дублях, где группы людей находились в нужных местах кадра, светилось большое панно справа, а где оно было закрыто, не были перекрыты яркие витрины...

Что сказал бы мне мой мастер Александр Владимирович Гальперин, который принял меня в свою мастерскую во ВГИК?

«Поставь на крышу дома две снежные пушки, затемни НД фильтрами витрины и панно, пригласи артистов массовки и мастера по сценическому движению, пусть расставит статистов в нужных местах кадра. Заклей го-



Илл. 7. Призраки



Илл. 8. Виктор Эльпидифович Борисов-Мусатов Призраки



Илл. 9. Отчий дом

лубыми фильтрами фонари остановки и подсвети её голубым светом. Найми милицию, пусть перекроет проход по Зацепскому Валу, заплати Мосэнерго, что бы пораньше зажгли уличное освещение, и сними свой сюжет в режимное время».

Есть фотографы, которые так и снимают. Например, известный американский фотограф Грегори Крюдсон. Познакомьтесь с ним поближе в Инстаграм: <https://www.instagram.com/crewdsonstudio/>.

У меня не было бюджета, который позволил бы провести такую работу. На помощь пришёл Фотошоп. Я добавил снега между мною и домом, окрасил остановку в голубой цвет, заслонил яркое панно справа фигурой из другого кадра... Снимок вроде готов. Он был показан в 2019 году на выставке «Объективно о Москве», отпечатан организаторами, и понравился зрителям. Размер снимка – 80 см по длинной стороне.

Увы, выставочный отпечаток не понравился мне. Я вновь испытал разочарование.

Самое главное, несмотря на экспрессивную композицию, кадр казался слишком описательным, сюсюминутным. Кадру не хватало временной протяжённости. И я вновь прибегнул к обобщению алгоритмом JPEG.

Вначале я основательно удалил шум плагином TOPAZ DeNoize. Затем сжал файл утилитой sjpeg, block 4, качество 10,15. Блочность 4 на 4 pix – для того, что бы пиксельный узор лишь угадывался, не выходя на первый план снимка. С другой стороны, сжатие JPEG заменяет оригинальные переходы яркости на рисунок частотных рядов Фурье – смотрите первую часть моего мастер-



Илл. 10. Отчий дом

класса. Рисунок Фурье позволяет легко увеличивать изображение без потери резкости методом «По соседним пикселям». Я поработал с цветом, добавил экспрессии. Мой дом поседел, так же, как и я. Дом стал призрачным воспоминанием моей юности.

Снимок удалось напечатать размером 180 см по длинной стороне при хорошем качестве изображения. Илл. 10. Журнальная печать, небольшого размера, с офсетным растром, не передаёт структуры выставочного отпечатка, но даёт представление о колористическом решении снимка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стало общим местом говорить о том, что фотография плодит призраков. Это в полной мере относится к моей серии «Я шагаю по Москве». Сфотографированной мною Москвы сейчас уже нет. Ее смыли реновации последнего времени. Пикселизация снимков заставляет мою Москву вновь возникать из небытия, складывая пазлы улиц и домов прямо в сознании зрителя. Эффект мрачноватый. Ушедшая Москва, подобно Носферату, оживает, теряя куски отжившей плоти. Призрачность – родовое свойство фотографии, о которой выдающийся критик Сюзен Сонтаг писала: «Фотография – это всегда «Memento mori».

Одна из первых фотографий, представленная широкой публике, «Бульвар дю Тампль в Париже» Луи Жака Мандэ Дагёра, внутренне противоречива. Илл. 11.

Несколько минут экспозиции Дагера – мгновение в потоке истории, а фотография этого мгновения живёт

вечно. Фотография является памятником человеческой жизни так же, как любой кладбищенский обелиск. Дагеротипные портреты более всего похожи на фаюмский погребальный портрет. Илл. 12.

Фотография перестанет быть памятником и станет живым свидетельством времени, если её существование станет конечным, как у любого живого существа.

Нужно, что бы фотография изменялась на глазах у зрителя. В эру цифровой фотографии изображение должно складываться из его первоэлементов – пикселей – и распадаться вновь.



Илл. 11. Луи Дагер Бульвар дю Тампль в Париже



Илл. 12. Фаюмский погребальный и даггеротипный портрет

Каждый современный зритель имеет опыт такого переживания. Это возникновение и распад изображения при медленном интернете. Такой опыт нашёл отражение в творчестве многих современных художников, например, в картине Павла Отдельного «ТЦ№5» – смотрите первую часть моего мастер-класса.

Я разложил мои фотографии на блоки из пикселей, что бы они складывали, как пазлы, и тотчас распадались вновь. Вновь складывались, и вновь распадались.

Сюжетом моих фотографий стал город. И люди на моих снимках часто смазаны, как на фотографии Луи Дагера.

Вальтер Беньямин писал, что действительность как бы искрами прожигает фотографию. Принято считать, что эти искры и есть те «Пунктумы», о которых говорил автор «Камеры Люциды» Ролан Барт. За счёт чего возникают «Пунктумы» на фотографии? За счёт гладкости фотографий? За счёт деталей, видимых только в лупу?

Все мои фотографии – цифровые. В лупу детали видны только на аналоговых, «серебрянных» снимках. Мне кажется честным обнажить природу носителя и не обманывать зрителя.

Я умышленно разрушил гладкость и детализацию своих снимков. Если в лупу посмотреть на мои фотографии, то будут видны только новые узоры из пикселей и их блоков.

Блоки пикселей, из которых строятся мои фотографии, воспроизводят островки человеческой памяти, через которые проступает опыт нашей человеческой жизни. Он размыт временем, но ярк и верен. Я вступаю в полемику с Томасом Руффом, с серией «Джайпег», показанной на Венецианской биенале современного искусства. Руфф считает, что обмен изображениями разрушает их первоначальный смысл и заключенную в них информацию. Смотрите пер-

вую часть моего мастер – класса.

Мои пиксели и их блоки восстанавливают мою личную и коллективную память, как пазлы складываются в целостную картину. Это происходит прямо на глазах у зрителя, вовлекая его в процесс узнавания и сопереживания.

Мне хочется, чтобы в результате заинтересованного разглядывания больших серий моих снимков о Москве, возникал арт-терапевтический эффект, сходный с катарсисом Аристотеля. Катарсис, просветление души человека, – наивысшая цель искусства. ■

Я начал работу над своей серией о Москве с поисков собственной идентичности, а пришел к новому способу обобщения фотоснимков методом сжатия JPEG. Это совершенно нормально. Кто-то очень знаменитый искал новых путей в Вест-Индию, а открыл Америку.

Наша жизнь – Карта Птоломея, дорогие читатели!



ФРОНТ-ПРОЕКЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ФОНА

по системе «Поморин И. Ко»



И.А. Поморин, pomorini@gmail.com, оператор-постановщик, RGC, Россия, www.pomorini.com



Рис. 1. Съёмки третьего сезона сериала «Скорая Помощь»
Фотограф Анастасия Шумилина (из архива Ивана Поморина)



Рис. 2. Схема Фронт проекции

■ Терминология:

Съёмка на фоне рирпроекции в кинематографе известна давно, ещё со времён немого кино, однако, именно сейчас интерес к ней начал возрождаться с потрясающей скоростью.

Но давайте начнём с терминологии. В комбинированных съёмках есть понятия рир- и фронт-проекции.

В системе рирпроекции экран является просветным, а проектор расположен за ним и проецирует на ранее от-

снятый динамический фон. Между камерой и экраном устанавливается частичная декорация и располагается объект съёмки. У этой системы много ограничений по освещению этого объекта и движению камеры. Но мы не будем в них вдаваться.

Голливуд не отказывался от использования технологии рирпроекции даже тогда, когда уже была доступна съёмка на хромакее. Ведь в каждой технологии были свои ограничения и недостатки.

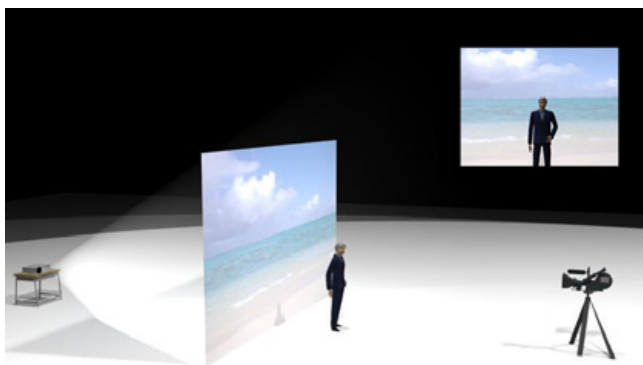


Рис. 3. Схема Рирпроекции



Рис. 4. Первое упоминание рирпроекции Май 1913 года

Часть 1. Мировой опыт рир- и фронт- проекции

Технология рирпроекция известна с 1913 года, но тогда кинематографисты не имели технической возможности её применения. Она введена в постоянную эксплуатацию с 1926 года (фильм «Метрополис») и активно использовалась до конца 60-х. Но потом её применение свели только к автопроездам.



Рис. 5. Кадр из фильма Метрополис 1926 года режиссёра Фрица Ланга

Однако, в финале фильма «Терминатор» Джеймс Кэмерон использовал рирпроекцию для съёмки совмещения бегущей Сары Коннер на фоне взрывающейся модели фуры, для ускорения производства картины и снижения стоимости кадра. В 80-е годы рирпроекция считалась устаревшей и почти забытой технологией, поскольку технология хромакея и оптической печати была доведена в это время до совершенства. Есть рирпроекция и в фильме «Терминатор 2». Стэнли Кубрик использовал её в фильме «С широко закрытыми глазами» в 1999 году. С середины 2000х годов рирпроекция начала возвращаться. Сначала – как интерактивный свет на актёрах и блестящих поверхностях декораций, а потом – и как ещё не слишком забытая проекция предварительно отснятого фона.



Рис. 6. Кадр с использованием рирпроекции со съёмок «Терминатор 2»

https://www.reddit.com/r/Moviesinthemaking/comments/9vcz01/using_rear_projection_to_film_the_truck_chase/

В системе фронт-проекции схема выглядит иначе. Центры объектива и проектора совмещаются через полупрозрачное зеркало, установленное под 45 градусов к обоим аппаратам. Экран в этом случае не просветный, а сделан из специального материала «скотчлайт», который очень ярко и концентрированно отражает пучок света именно в ту сторону, с которой он прилетел. Эта система позволяет экономить пространство павильона и электроэнергию (по сравнению с системой рирпроекции).

Есть ещё одна система фронт-проекции – не ретро-рефлекторная – без скотчлайта, что позволяет располагать проектор не у камеры, а направлять его на обычный белый отражающий экран под углом сверху или снизу. Именно такую систему использовали в фильме «Обливион» (2013), а также – «Хан Соло: Звёздные войны. Истории» (в этом фильме применили три вида проекций, в одной из сцен использовался и светодиодный экран).

Существует ещё одна современная система подобного рода – с использованием светодиодных экранов. Её использовали, например, на картинах «Поезд в Пусан» (2015) и «Убийство в Восточном экспрессе» (2018). В этом случае ранее отснятый фон демонстрируется на стене из светодиодных экранов.



Рис. 7. Кадр со съёмочной площадки «Обливиона»

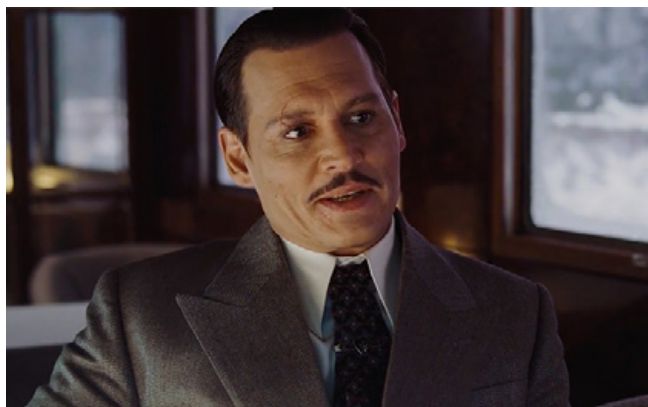


Рис. 8. Кадр из фильма «Убийство в Восточном экспрессе» (2017 год)

Но есть и ещё одна, более продвинутая система с теми же экранами – на основе движка UnrealEngine, которая была использована в сериале «Мандалорец» (2019). Правда, у неё несколько иная специфика и для съёмки простых проездов на автомобиле она, возможно, слишком избыточна.

Мандалорец

Да, светодиодные экраны обладают гораздо большей яркостью по сравнению с проекцией, но самый главный минус этой системы – её цена. Светодиодные экраны с большим шагом пикселя (2 мм) стоят очень дорого, особен-



Рис. 9. На съёмочной площадке сериала «Мандалорец» (2019 год)

но если мы говорим о больших размерах, необходимых для полноценного функционирования данной системы.

Но давайте вернёмся к конкретной задаче, которую мы решили для сериала «Скорая помощь».

Мы начали работать с разработанной нами системой ещё в 2017 году на первом сезоне сериала «Скорая помощь». Здесь нам предстояло снять 20% материала в машине, да ещё и с находящимися за рулём главными героями. Это весьма немаленький объём. Если вы когда-либо снимали машины в движении, знаете, какую сложность представляют эти сцены и какую полезную выработку хронометража можно получить на выходе.

Мы пошли по пути объединения двух ретро технологий – рир- и фронтпроекции – и вывели их на современный уровень техники. Назовём её проекция по системе «Поморин И. Ко»!



Рис. 10. Съёмки первого сезона сериала «Скорая Помощь»
Фотография Поморина Ивана

Часть 2. Наш опыт

На тот момент мы в России стали пионерами возрождения съёмки машины в павильоне не на хромакее, а в предварительно отснятой проекционной среде.

Знаю, что параллельно с нами с использованием фронтпроекции снимался ещё один полнометражный проект «Отрыв», но мы не пересекались с его создателями до и во время съёмок. Да и в прокат это кино вышло гораздо позже, чем прошла премьера нашей «Скорой помощи» на НТВ.

<https://tvkinoradio.ru/article/article14541-panoramnaya-proekciya-perspektivnaya-alternativa-hromakeyu>

Сложности при организации съёмки машины в движении:

1) При использовании специальной автоплатформы необходимо пройти весьма трудный нервный путь, и огромное время, необходимое на согласование со службами ГИБДД, ФСО и другими городскими службами, чтобы эту негабаритную машину не остановили, не оштрафовали, и самое главное – не остановили съёмки.

Кроме того, что камера в момент съёмки может находиться слева или справа от машины, а её перестановки занимают очень много времени. Вся занятая на этих сце-



Рис. 11. На съёмках фильма «Отрыв» / Фото: DesignDossie



Рис. 12. Кадр со съёмочной площадки, рабочее название «Осипок» «Карнавал по-нашему»
Фотограф Иван Поморин

нах съёмочная группа в таком случае находится в микроавтобусе-тягаче, за плейбеком, где не так много места. При необходимости поправок по гриму и костюму участникам съёмочной группы довольно сложно выбраться на исправления. Как вы понимаете, никакой речи о безопасной социальной дистанции здесь идти не может. А это сегодня очень актуально.

2) Практически, тоже самое можно сказать и про съёмку с автогрипом: долгие перестановки, сложные согласования и к тому же ещё и отсутствие безопасности нахождения актёра за рулем. Даже если сам артист водит неплохо, его нахождение за рулем машины, на которой нацелен габаритный обвес, а фонарь освещения светит в лицо, совсем не отвечает условиям техники безопасности.

3) Даже обычная съёмка с пассажирского сидения внутри автомобиля может быть опасна, как для оператора, так и для водителя.

4) Понятно, что съёмка подобных сцен на хромакее требует дополнительного времени и денег на постпродакшн, и зачастую не даёт материала того же качества. Поправки в материале в реальном времени в этом случае также невозможны.

От себя добавлю, что как оператора меня всегда раздражали именно эти особенности съёмки автомобиля на дороге. В дополнение к описанным выше проблемам они не всегда дают те результаты, которых я хотел бы достичь.

Плюсы павильонного метода съёмки:

1) Отсутствие необходимости согласовывать свои действия с городскими службами.

2) Ускорение и облегчение перестановки камеры для следующего кадра. Всё происходит так молниеносно, что актёры не успевают повторить текст.

3) В разы увеличивается полезная выработка законченного материала.

4) Отсутствие привязки съёмок ко времени года, и времени дня (за исключением предварительных съёмок фонов).

5) Съёмочная группа находится в тёплом павильоне со всеми удобствами и не ограничена сжатым пространством автофургона. Иной уровень комфорта также влияет на полезную выработку в день.

6) Оператор может располагать камеру в тех точках, которые не были доступны ранее на платформе или автогрипе, или на которые при подобной съёмке просто не хватало времени.

7) Проекция позволяет воссоздать живую световую среду аналогичную естественной, что позволяет получить требуемые рефлексии и отражения на актёрах и элементах декорации (в данном случае машины).

8) Возможность в реальном времени делать цветокоррекцию предварительно снятых фонов, тем самым добиваясь единства их контраста и цветности с объектом съёмки, и, как следствие, большую реалистичность финального результата.

9) Полученный финальный результат не требует дополнительной работы VFX команды и на постпродакшн наравне с другим отснятым материалом.

Состав системы

За 3 сезона мы поменяли 3 типа проекторов:

1-й сезон: проектор Mitsubishi UD8400U, яркость 6500 Ansi, разрешение 1920x1080 с широкоугольным объективом Mitsubishi OL-XD2000FR;

2-й сезон: проектор Panasonic PT-DZ10KE, яркость 10 600 Ansi, разрешение 1920x1200 с широкоугольным объективом ET-D75LE5;

3-й сезон: лазерный проектор Panasonic PT-RZ120E, яркость 12000 Ansi, разрешение 1920x1200 с объективом с переменным фокусным расстоянием Panasonic ET-DLE060;

Проекторы подвешены под потолком павильона на фермы в форме креста.

Зачастую яркости на больших увеличениях не хватает, но на лазерных проекторах последнего поколения мы получили очень реалистичное и правдоподобное изображение фонов.



Рис. 13. Съёмки третьего сезона сериала «Скорая Помощь»
Фотограф Анастасия Шумилина (из архива Ивана Поморина)



Рис. 14. Съёмки третьего сезона сериала «Скорая Помощь»
Фотограф Анастасия Шумилина (из архива Ивана Поморина)

В павильоне камера RedDragon позволяла снимать всего лишь на диафрагме 2.0, в то время как на тестах камера ARRI Alexa давала то же изображение на тех же планах на диафрагме 2,8 на той же номинальной чувствительности 800iso и той же оптике.

В принципе, яркость проекционных экранов можно увеличить, используя спарку проекторов или же следующий шаг яркости в 20000 люмен.

Проекционная оптика тоже имеет свою светосилу и это нужно учитывать при расчёте финальной яркости экранов. Как и в съёмочной оптике, широкоугольные проекционные объективы могут оказаться менее светосильными, чем дискретные со средним фокусным расстоянием.

В этой системе самое главное не переусердствовать с количеством подсветки, потому что это сразу «топит» по яркости фоны и засвечивает их. Работать со светом надо очень деликатно, отталкиваясь от фактической яркости проекции.

Как уже отмечалось, мы работаем с неретрорефлекторной фронтпроекцией, но в нашей системе есть и экран рирпроекции, который появился только начиная со второго сезона.

Это просветный экран, который устанавливали только на те кадры съёмки, которые снимались с лобовой точки. На него при необходимости успешно перестраивали тот же проектор, который светил на фронтальный экран. Таким образом мы сэкономили бюджет 5-го проектора.

Воспроизведение фонов было решено с помощью системы «четырёхглазого Q-take». Она способна воспроизводить 4 потока FullHD изображения одновременно, с возможностью цветокоррекции и прочих манипуляций с изображением в реальном времени. FullHD вполне достаточно для данного производства. Система также позволяет регулировать глубину резкости при помощи фокусировки проекторов, что позволило бороться с фактурой структуры матрицы.

4K проекторы такой яркости уже есть на мировом рынке, но их стоимость не позволяет использовать их в России. Во всяком случае, пока.



Рис. 15. Съёмки третьего сезона сериала «Скорая Помощь»
Фотограф Анастасия Шумилина (из архива Ивана Поморина)

Заключение

Сейчас мы снимаем 4-й сезон, и абсолютно уверены, что возможности этого метода не ограничиваются лишь съёмками машин в павильоне. Это уникальный инструмент, способный решать широкий спектр сложнопоставочных кинематографических задач. ■

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Журнал Cinefex, Август 1991 №47с. 23 «Терминатор 2: Судный день Нынешняя и Будущая война автор Джоди Дункан
2. Журнал Cinefex Август 2018, №160 с. 77 «Соло: История звездных войн» статья Грехам Эдвардс
3. Онлайн издание tvkinoradio.ru «Панорамная проекция: перспективная альтернатива хромакею» Надежда Маркалова 19 октября 2018
4. Онлайн издание tvkinoradio.ru «Панорамная проекция на съёмках второго сезона сериала «Скорая помощь»» Надежда Маркалова 18 июня 2019
5. Журнал ТКТ (Техника кино и телевидения) статья «Knowhow сериала «Скорая помощь»: Как снять дешевле и лучше» Поморин Иван Алексеевич 23.11.2020



СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ АНИМАЦИЯ



■ **Н.А. Майоров**, henrymay@mail.ru, cinemafirst.ru,
режиссёр-оператор, киновед, член Союза кинематографистов РФ



Рис. 1. Реклама стереопрограммы

увидеть очередное киночудо и неважно, что критика к новой программе отнеслась прохладно, и не важно, что драматургическая основа фильмов такая же слабая, как и режиссура – важно, что это необычное кино, которого больше нигде не увидишь. Зато на экране были самые популярные, самые любимые артисты – великий клоун Карандаш и красавица Людмила Целиковская в игровой киношутке «Карандаш на льду». А ещё, многие из зрителей, купив билет по страшно дорогой для того времени цене в 10 рублей, понимали, что за эти деньги они «побывают» на чёрном море – в Крыму и Сочи. И пусть в чёрно-белом, но «Солнечном крае» в полном объёме увидят как отдыхают счастливы, получившие бесплатные соцстраховские путёвки в южные санато-

■ 21 мая 1949 года в московском кинотеатре «Стереokino» началась демонстрация новой стереопрограммы из трёх фильмов по новой советской системе «Стереo-35/10x10» (см. МТК №19 2011) (рис. 1,2). Надо сказать, что зрителей, стоявших в многочасовой очереди за билетами в единственный в мире стереоскопический кинотеатр, где объёмное кино можно и нужно смотреть без специальных очков, мало волновал вопрос по какой системе снят стереофильм. Все хотели

и дома отдыха. И как настоящее чудо – цветное стереоскопическое путешествие внутри мира кристаллов в научно-популярном фильме «Кристаллы».



Рис. 2. Билет на 14 августа 1949 года за 10 рублей на 8 ряд 4 место в московский кинотеатр «СТЕРЕОКИНО» на утренний сеанс 9.50 на стереофильмы «Солнечный край», «Карандаш на льду», «Кристаллы».

И для зрителей и для кинокритиков это была просто новая программа. А для создателей отечественной системы стереokino – ещё один, а вернее два больших шага на пути совершенствования. Первый – это освоение цвета, приобщение к новому цветному негативно-позитивному процессу на трофейной плёнке Agfacolor, который активно внедрялся в кинопроизводство страны. А второй, ещё больший и более важный шаг – это успешное претворение в жизнь многолетних разработок в области стереоскопической анимации.

В нашей киноведческой литературе долгие годы отмечался тот факт, что в научно-популярном стереофильме «Кристаллы» применена рисованная мультипликация, как в СССР было принято называть анимацию. Упомянулось только о рисованной анимации, так как мало

кому из историков кино и киноведа довелось видеть этот фильм после 23 декабря 1950 года, когда этот фильм демонстрировался в последний раз. И только при восстановлении фильма в 2012 году выяснилось, что создатели фильма очень органично включили в него и рисованную и кукольную, и эксперимент со стереофотоперекладками.



Рис. 3. Стереопара из фильма «Кристаллы». Кадр выполнен методом стереофотоперекладок.

Метод фотоперекладок, хорошо известный специалистам комбинированных съёмок при съёмке стереофильма «Кристаллы» был впервые опробован для использования в стереокино. Именно благодаря этому методу удалось создать эпизод троекратного уменьшения героя фильма, отправившегося в путешествие в недра кристалла, в его атомную структуру. Для получения комбинированного кадра при помощи зеркальной насадки были сняты стереопары неподвижно сидящий человек и отдельно фон без человека. Фон был напечатан размером 30х60 см. А фигура человека в количестве 40 фаз печаталась с последовательно уменьшающимся фотоувеличением. Затем эти фигурки вырезались из снимков и были тщательно соединены в каждой стереопаре так, чтобы ось имела во всех фазах строго один и тот же параллакс. Ещё одной особенностью съёмки стереоперекладок в этом фильме было то, что при съёмке на мультстанке не применялся компенсатор краевых искажений. Это объясняется тем, что исходные кадры были получены с кадров, снятых при помощи зеркальной насадки, и соответственно, краевые искажения уже были во всех фотоувеличениях.

Как мы видим, комбинированный кадр получался путём использования одной статичной фотографии фона и 40 разномасштабных фаз человека.

При создании комбинированного кадра другого плана, где возле человека находился воткнутый в снег горящий факел, и для полной достоверности кадра нужно было сохранить и колебание пламени, и движение дыма была сделана фазовка и фона. Для этого было сделано и 40 последовательных фаз-фотоувеличений.

Первый эксперимент с использованием фотоперекладок при создании стереоскопического киноизображения в фильме «Кристаллы» подтвердил полную применимость такого вида трюковой съёмки в стереокиносъёмке.

Всемирно известно, что родоначальником кукольной анимации была Россия, где Владислав Старевич снял первый сюжетный анимационный фильм «Прекрасная Люконида» в 1912 году.

А первые опыты стереоскопической анимации были успешно проведены в США в 1939 году. Этот фильм очень сложно напрямую назвать кукольной анимацией, если не принять за условие, что детали автомобиля в данном анимационном стереофильме по сути заменяют кукол. Речь идёт о цветном (по трёхцветной технологии Technicolor) девяти минутном рекламном фильме компании Chrysler Motors «New Dimensions», показывающим процесс сборки легкового автомобиля от первого винта до вариантов окраски готовой модели (рис. 4.)

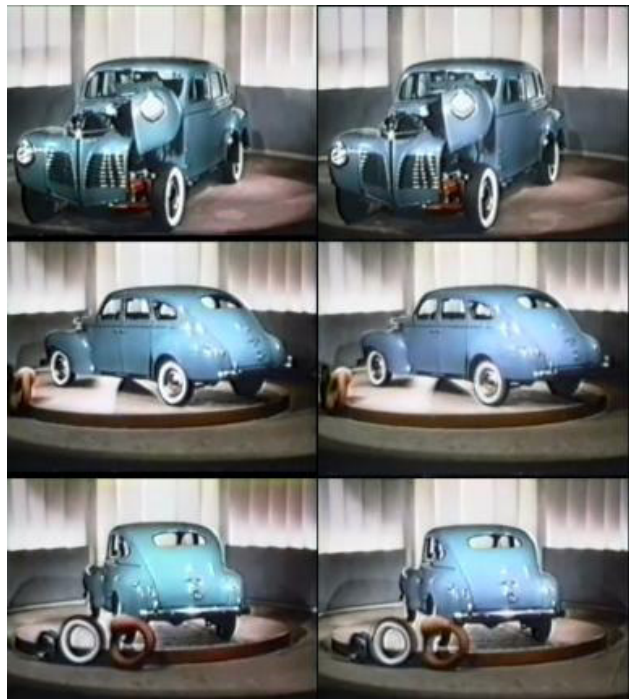


Рис. 4. Кадры стереопары из фильма Chrysler Motors «New Dimensions» (1939)

Этот анимационный фильм демонстрировался поляризационным методом стереопроекции с линейной поляризацией на недеполяризующий экран. Для просмотра зрителям выдавались оригинально оформленные поляризационные стереоочки (рис. 5).

«New Dimensions» был полностью «кукольный» анимационный фильм. В советском же стереофильме «Кристаллы», как уже было сказано выше, использовалась и рисованная мультипликация, органически входившая в сюжет фильма и более наглядно иллюстрировавшая рассказ о мире кристаллов. Замечу и подчеркну, что это был не вставной номер, а именно использование рисованной анимации в целях более доходчивой демонстрации зрителям сути сложного процесса.

Первый эксперимент в области создания отечественной рисованной стереомультимедиа относится к 1940 году, когда Дмитрий Бабиченко занялся изготовлением



Рис. 5. Поляризационные очки для просмотра стереофильма Chrysler Motors «New Dimensions».

стереоскопической вставки для стереофильма «Концерт (Земля молодости)», но стереовставка в окончательный монтаж фильма не вошла. Эта попытка оказалась неудачной из-за отсутствия рационального метода построения рисованной стереопары, а строилась просто на-глаз, без какого либо расчёта.

В годы войны А.Н. Андриевский разработал основы теории стереомультипликации и формулы, необходимые для расчёта величин параллаксов различно удалённых точек стереорисунка. Но его расчёты оказались слишком громоздкими для кинопроизводства и не нашли практического применения.

Основные эксперименты по созданию стереоскопической мультипликации в СССР начались ещё в 1943 году режиссёром киностудии «Союзмультфильм» Дмитрием Бабиченко и художником Ольгой Хлудовой и легли в основу дальнейших работ Стереомультмастерской Центральной стереолаборатории студии «Стереokino», начатых весной 1946 года. В ходе этих работ были разработаны методы создания рисованной стереоскопической анимации и изготовлен небольшой (всего 35 метров) стереоскопический мультфильм «Подводное царство». Но поскольку в основе работы над этим мультфильмом опять был «глазомерный метод» установки параллаксов, то по сути это был полный брак, ибо глубина в ней рисовалась хаотически, читалась плохо, и возникало возрастающее во время просмотра утомление зрения.

Разбор снятого ролика показал, а вернее доказал, что нарисовать стереопару на-глаз для кинопроекции с многократным увеличением изображения на экране практически не допустимо и приводит к получению брака.

Графический анализ снятых стереокадров показал, что величины параллаксов различно удалённых предметов не могут находиться в противоречии со взаимным перекрытием этих предметов. И показал наличие неразрывного соответствия между степенью перспективного сокращения и величинами параллаксов. На основе этого анализа был сформулирован основной принцип для создания графической стереоанимации – максимально точное и надёжное согласие между изменениями параллаксов точек глубины и линейной перспективы рисунка.

Этот принцип стал основой графического метода расчёта параллаксов при создании графической анимации и выражается формулой:

$$P_{1,2} = P(1-C),$$

где C – коэффициент сокращения рисунка.

На основе указанного принципа происходил процесс изготовления стереоанимации к фильму «Кристаллы». Очередной исходный кадр рисовался обычным образом, принятым в плоской анимации. Затем, для этого кадра строился график параллаксов на основе положения точки схода рисунка. Далее определялось количество планов в кадре, и в соответствии с этим кадром разбивался на воображаемые вертикальные плоскости и для каждого плана определялись параллаксы по этому графику (рис. 6).

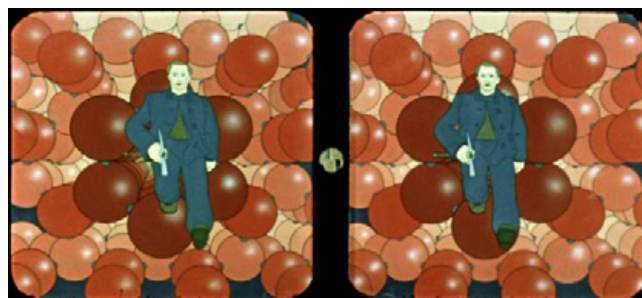


Рис. 6. Кадр стереопары из фильма «Кристаллы» (1948)

Для создание стереопары художники использовали рамку Шварцмана, задавая параллаксы каждого плана по шкале рамки. Рамка была сконструирована в 1941 году студентом Архитектурного института Д.О. Шварцманом для практической реализации предложенного им метода рисования стереопар через копировальную бумагу и позволяла одновременно создавать правый и левый ракурс стереопары мультипликата с необходимыми для каждого объекта параллаксами (рис. 7).

Во время экспериментальных работ и поиску методов и технологий изготовления рисованной стереоскопической анимации были выявлены и установлены ряд преимуществ специального технического характера, специфичных для стереокино:

1. рисованная стереоанимация даёт возможность пользоваться произвольной линейной перспективой для

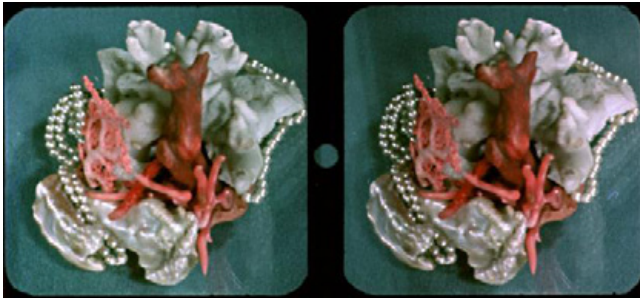


Рис. 7. Кадр стереопары из фильма «Кристаллы» (1948)

передачи глубины изображения и не зависит от фокусного расстояния объектива.

2. в рисованной стереоанимации нет понятие «глубина резкости». Для стереорисунка – она бесконечна.

3. стереопара рисованной анимация, снимается обычной оптикой, следовательно, не имеет искажений на краях кадров, возникающих при съёмки с зеркальной насадкой.

4. в отснятых без использования стереонасадок стереопарах рисованной анимации не возникают «фантомы» или «призраки», присущие съёмкам с зеркальными насадками.

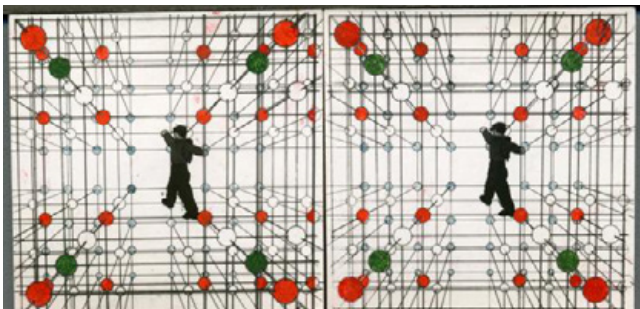


Рис. 8. Эскиз кадра стереопары к фильму «Кристаллы» (1948)

Обратите внимание на то, что я постоянно подчёркиваю «рисованная анимация». Эти четыре установленные в середине 40-х годов специалистами НИКФИ преимущества присущи только для рисованной или по другому, графической анимации. С годами они остались неизменными. При съёмке же «объёмной» или «кукольной» анимации – она несёт в себе все достоинства и недостатки принятого метода съёмки: зеркального, двухкамерного или двухобъективного.

Но вернёмся в сороковые. Разрабатывая принципы и технику изготовления рисованной стереоанимации, были проведены работы и по использованию стереоанимации в комбинированных кадрах. Так для фильма «Робинзон Крузо» из-за съёмочного брака и невозможности пересъёмки макета разбитого корабля с последующей впечаткой его в фон, было принято решение заменить съёмку макета рисованным кораблём.

Задача состояла в том, чтобы получить в кадре корабль точного размера и в совершенно определённом месте пространства кадра. Для этого была рассчитана примерная величина корабля в соотношении его с величиной кадра. А так же – его положение в кадре. Затем,

всё поле кадра было залито чёрной краской для последующей впечатки корабля в фон. Была точно рассчитана дистанция рампы для последующей точной установки корабля в нужное место на фоне и произведена съёмка. Результат оказался положительным и вселил энтузиазм в дальнейшие разработки по применению в стереоскопическом кино и других приёмах, применяемых в обычном кинематографе.

Говорят, что «первый блин – комом». Это не относится к первой советской стереоскопической анимации в фильме «Кристаллы». Теоретические и практические разработки стереолаборатории НИКФИ в области стереоанимации в труднейшие военные и после военные годы увенчались маленьким, но успехом. Мультвставка в стереофильм «Кристаллы», полностью сюжетно оправданная, в какой-то степени опередила время и своих зарубежных коллег. Напомню, что отечественные работы по стереоанимации начались в 1943 году и практически были реализованы в комбинированных кадрах первого советского полнометражного двухсерийного стереофильма «Робинзон Крузо», выпущенного на экран 20 февраля 1947 года. А годом позже был выпущен стереофильм «Кристаллы» с большими анимационными фрагментами как в графической, так и кукольной анимации. На западе первый рисованный анимационный фильм появился только в мае 1951 года. Это был трёхминутный эксперимент одного из крупнейших новаторов языка анимации знаменитого канадского кинорежиссёра и художника Нормана Макларена (Norman McLaren) Now Is The Time («Сейчас самое время»)(рис. 9).

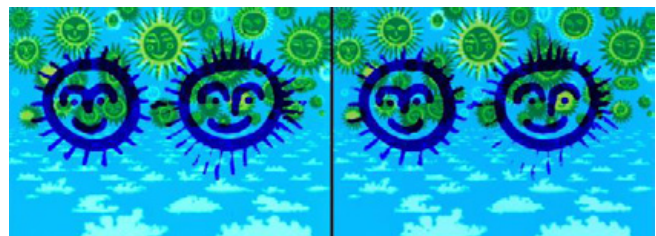


Рис. 9. Стереопара из анимационного фильма Now Is The Time («Сейчас самое время») (1951)

«Король» мировой анимации Уолт Дисней (Walt Disney) только в 1953 году выпустил свой первый стереоскопический графический анимационный фильм Melody (Мелодия). 28 мая 1953 года зрители увидели диснеевскую «Мелодию». А 11 ноября того же года вышел на экраны второй и последний стереоскопический анимационный фильм студии Диснея Working for Peanuts («Работа за орехи»).

В начале 50 годов в мире было снято и выпущено на экран не больше десятка рисованных анимационных стереофильмов, не считая двух канадских фильмов Макларена, все они были сняты в США.

Выше говорилось о преимуществах специального технического характера методов и технологий изготовления рисованной стереоскопической анимации выявлен-

ных отечественными разработчиками в годы войны и их успешной реализации.

Но работы над созданием первой отечественной графической стереоанимации выявили и некоторые недостатки в восприятии рисованного стереоизображения. И некоторые указанные выше достоинства, одновременно были и недостатками.

Совершенно очевидно, что линейная перспектива для передачи глубины изображения на рисунке будет комфортно восприниматься зрителем только при условии её «неразрывности». Но эта «неразрывность», фиксируемая обычной стереосъёмкой в реальных условиях, в анимации образуется набором слоёв планов, из которых состоит кадр, то есть по факту перспектива не всегда создаётся плавным переходом изображения в глубину. В результате изображение, по сути, состоит из серии кулис. И если в обычной плоской анимации использование, например, метода мультиплановой съёмки (multiplane camera) создаёт объёмность изображения и перспективу, то в рисованной стереоанимации применение метода мультипланового построения кадра в большинстве случаев ещё больше подчеркнёт кулисность. Свет и тень, светотональная или линейная перспектива, создающие в обычном графическом анимационном кадре иллюзию объёма, в стереоско-

пическом рисованном кадре в большинстве своём этого эффекта не достигают, а наоборот его разрушают.

Простой пример. В анимационном фильме студии Диснея *Working for Peanuts* («Работа за орехи») весь «объём» собственно состоит из разделения предметов первого, второго, третьего и так далее планов, которые в плоском варианте фильма смотрятся естественно. Но при просмотре того же кадра в стереоформате по факту мы видим серию кулис: фон, дерево перед фоном, старое дерево с дуплом и летящий орех. И если в плоском варианте летящий орех сморится вполне объёмно, то в стереоварианте мы видим его как вырезанную по контуру плоскую картинку (рис. 10).

Созданные в первой половине 50-х стереоскопические рисованные анимационные фильмы наглядно выявили указанные проблемы и привели к пониманию не целесообразности дальнейшего создания графической стереоанимации, как самостоятельной кинопродукции. Именно противоречия в восприятии плоской и объёмной рисованной анимации прекратили её выпуск, а не завершение «стереобума» пятидесятых. Наглядное подтверждение этому история с первым кукольным стереофильмом *The Adventures of Sam Space* (Приключения Сэма Спэйса). Этот фильм был запущен в производство в разгар аме-

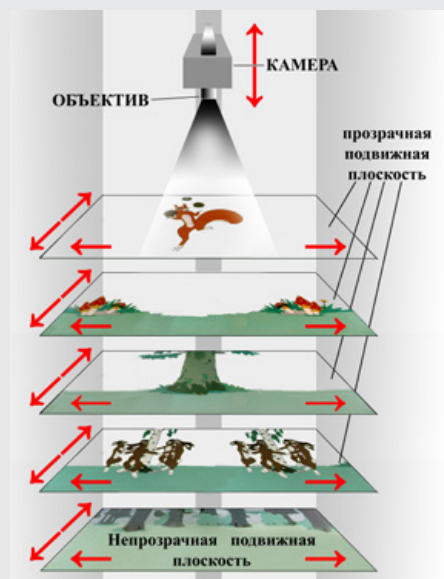
Многоплановая камера (multiplane camera) – это специальный мультстанок для создания в плоской анимации ощущение параллакса или глубины.

Первая многоплановая камера была создана и использована в 1926 году режиссером Лотте Рейнигером (Lotte Reiniger) для съёмок анимационного фильма «Приключения принца Ахмеда» (The Adventures of Prince Achmed).

В 1933 году аниматор Уб Иверкс (Ub Iwerks) разработал многоплановую камеру, дающую возможность отдельного движения каждого слоя изображения.

Специально для студии Диснея Уильям Гэрити (William Garity) разработал многоплановую установку состоящую из вертикально расположенной подвижной камеры, для съёмки семи так же подвижных слоев мультипликата. Такая установка позволяла снимать сложные анимационные кадры с внутрикадровым монтажом, наездами и отъездами, движением сквозь слои и движение слоев относительно друг друга.

Принципиальная компоновка мультиплановой камеры показана на эскизе.



5 ноября 1937 года студия Диснея выпустила на экран первый цветной мультиплановый (multiplane camera) анимационный фильм – «The Old Mill» («Старая мельница»). И 21 декабря 1937 года – выпустила на экран первый в мире цветной полнометражный мультипликационный фильм «Snow White And The Seven Dwarfs» (Белоснежка и семь гномов), снятый мультиплановой камерой.

Более тридцати лет студия Диснея снимала свои крупные анимационные проекты с использованием мультиплановой технологии, такие как: «Пиноккио» (Pinocchio) и «Фантазия» (Fantasia), «Бэмби» (Bambi), «Спящая красавица» (Sleeping Beauty) и другие полнометражные фильмы 40–60 годов прошлого века.

В 1989 году с использованием мультиплановой установки был снят последний фильм «Русалочка» (The Little Mermaid) – на смену сложной механической технике пришли цифровые технологии, создающие тот же эффект ощущения параллакса или глубины, и открывающие перед аниматорами беле безграничные возможности в творчестве.

Советские аниматоры так же успешно использовали мультиплановую съёмку как полнометражных, так и короткометражных мультфильмах.

риканского «стереобума» пятидесятых годов прошлого века, получившего название «Золотой век американского стереокино». Век был не долг, и когда производство этого стереофильма завершилось, завершился и «Золотой век». Фильм лёг на полку, но в отличие от своих графических собратьев не надолго. 9 сентября 1960 года в США на экран выпускался первый в мире широкоэкранный (система Natural Vision CinemaScope stereoscopic 3D) стереоскопический полнометражный игровой фильм September Storm («Сентябрьский шторм»). Кинопрокатчики решили в программу добавить короткометражный стереофильм The Adventures of Sam Space (Приключения Сэма Спэйса) (рис. 11, 12). Оба фильма успешно демонстрировались в ряде стран Америки и Европы.

В отличие от рисованной стереоанимации, кукольный стереофильм имел большой успех. Но поскольку, в отличие от Советского Союза, где никакого «стереобума» не было и шло плановое развитие стереокино, за рубежом с середины пятидесятых производство стереофильмов было практически свёрнуто вплоть до конца девяностых годов прошлого века. В Советском Союзе шло постоянное совершенствование и развитие стереоскопической техники. А наработки в области стереоанимации, сделанные в середине сороковых годов не раз использовались при создании стереофильмов. Так для игрового стереофильма «Драгоценный подарок» в 1956 году были изготовлены стереоскопические начальные титры, причём соединившие в одном кадре и графическую и объёмную (кукольную) анимацию. Стереоанимация в той или иной форме была использована, например, для создания титров в отечественных стереофильмах «Машина 22-12» (1947), «Солнечный край» (1948), «Карандаш на льду» (1948), «Необыкновенный город» (1963), «Похищение века» (1981) и других.

Шестидесятые и начало семидесятых годов прошлого века – годы мирового затишья в области создания стереоскопической анимации как графической, так и кукольной.

Создание и внедрение в кинопроцесс советской системы «Стерео-70» в середине шестидесятых годов дало новый импульс по проведению экспериментальных работ по стереоанимации. Советские аниматоры, помятуя о вышеперечисленных недостатках графической стереоанимации, решили заняться анимацией кукольной с использованием открывшихся новых технических возможностей. Система «Стерео-70» позволяла получить в



Рис. 10. Стереопара из анимационного фильма Working for Peanuts («Работа за орехи») (1953)



Рис. 11. Стереопара из анимационного кукольного фильма The Adventures of Sam Space (Приключения Сэма Спэйса) (1954)



Рис. 12. Стереопара из анимационного кукольного фильма The Adventures of Sam Space (Приключения Сэма Спэйса) (1954)



Рис. 13. Стереопара анимационного титра фильма «Драгоценный подарок» (1956)



Рис. 11. Стереопара анимационного титра фильма «Необыкновенный город» (1963)

один приём стереопару на одной плёнке с высоким разрешением изображения со стандартными размерами и пропорциями кадра. Съёмка производилась на параллельных осях. И что ещё более важно для анимационного фильма с небольшими базами.



Рис. 14. Кадр из экспериментальной съёмки по системе «Стерео-70» кукольного анимационного фильма (1976)

В 1977 году на киностудии «Таллинфильм» режиссёр Эльберт Туганов и оператор Арво Нуут по советской системе «Стерео-70», разработанной специалистами НИКФИ, сняли первый стереоскопический кукольный анимационный фильм «Сувенир». В качестве оператора-постановщика Арво Нуут принял участие в создании на «Таллинфильм» ещё двух кукольных анимационных фильмов «Когда поют мужчины» (1980) режиссёра Хейно Парса и «Жеребёнок в яблоках» (1981) режиссёра Э. Туганова.

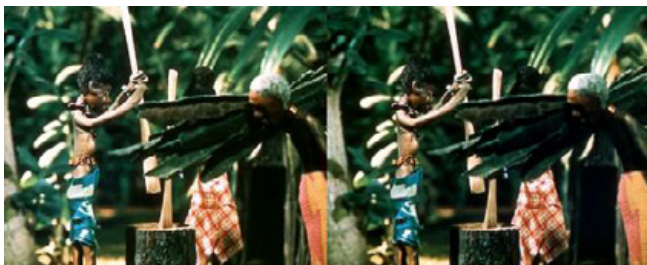


Рис. 15. Стереопара из анимационного кукольного фильма «Сувенир» (1977)

Ветеран отечественной анимации Иван Петрович Иванов-Вано в содружестве с операторами Сергеем Рожковым и Сергеем Хлебниковым в 1979 году на киностудии «Союзмультфильм» сняли кукольный анимационный фильм «Волшебное озеро» (рис. 16).



Рис. 16. Стереопара из анимационного кукольного фильма «Волшебное озеро» (1979)

Собственно говоря, в период с 1977 по 1981 год четыре советских стереоскопических анимационных фильма, снятых по системе «Стерео-70» стали единственными в истории мировой стереоанимации на протяжении почти четырёх десятилетий с 1954 по 1995 год.

Новый этап в развитии жанра стереоанимации начался 22 ноября 1995 года, в день выхода на экраны мира «Toy Story» («История игрушек») – первого в мире цветного полнометражного анимационного фильма режиссёра Джона Лэссетера (John Lasseter), полностью созданного компьютерным способом совместно студиями Walt Disney Pictures и Pixar Animation Studios. Создание этого анимационного фильма стало настоящим триумфом трёхмерного дизайна и открыло огромные перспективы не только перед аниматорами, но и для разработчиков компьютерных программ. Одни – получили практически неограниченные технические возможности для реализации своих творческих проектов. А другие программисты, – возможность реализовать свои проекты по совершенствованию программ для облегчения процесса создания 3D анимации, ведь сегодня создание трёхмерного анимационного фильма требует огромного количества человеческих и компьютерных ресурсов. Все эти годы процесс создания компьютерной анимации постоянно совершенствуется и развивается: сокращается время рендеринга анимации, улучшается пластика движения, текстура объектов становится всё более реалистичной.

Сегодня компьютерная анимация почти полностью вытеснила традиционные способы создания анимационных фильмов с использованием старых рисованных технологий в графической анимации и кукол в кукольной, как обычных, так и стереоскопических. Но не мешает создавать и успешно внедрять в кинопроцесс новые технологические системы и оборудование для цифровой съёмки традиционной кадровой съёмки кукольной стереоанимации.

В начале 2005 года в Научно-исследовательском кинофотоинституте А. Мелкумовым и С. Рожковым началась разработка технологического процесса съёмки кукольной анимации в цифровом формате с использованием профессиональной цифровой фотокамеры CANON 350D с размером матрицы, близкой к стандарту 35-мм негативного кадра. Учитывая большой практический опыт съёмки анимационных фильмов по системе «Стерео-70» с применявшейся в ней линейкой стереообъективов, на камеру был установлен объектив CANON с переменным фокусным расстоянием от 24 до 100 мм. Для обеспечения точности снимаемых стереопар и автоматизации самого процесса съёмки двух ракурсов стереопары одним фотоаппаратом была разработана специальная электронно-механическая платформа, позволявшая устанавливать базис съёмки от 2 до 30 мм.

При помощи данной платформы съёмка двух ракурсов одной фазы анимации производится одним нажатием кнопки «съёмка». После этого фотоаппарат производит

съёмку левого ракурса стереопары, затем, в соответствии с заданным базисом, автоматически перемещается в положение съёмки правого ракурса и заняв нужное положение автоматически производит съёмку, после этого камера автоматически возвращается на позицию левого ракурса и ждёт команды на съёмку следующей фазы или делает повторную съёмку той же фазы, если это необходимо. Причём, программная настройка платформы обеспечивает точное автоматическое исполнение всех команд, начиная с команды «съёмка»: камера из положения левого ракурса начнёт перемещение только после выполнения съёмки этого ракурса, а съёмку правого ракурса – только после установки на позицию данного ракурса. Программа работы платформы обеспечивает во время передвижения камеры из одного положения в другое передачу на жёсткий диск данных только что отснятого ракурса.

Из сказанного видно, что процесс получения стереопары анимационного кадра полностью автоматизирован и исключает ошибку оператора и пропуска съёмки одного из ракурсов. Создатели этой системы разработали и интерактивную таблицу для определения нужного бази-

са съёмки для точной установки плоскости рампы для конкретной крупности плана и фокусного расстояния объектива. Таблица также даёт информацию о глубине пространства, стереографически правильно воспроизводимого в снимаемом кадре (рис. 17, 18).

В 2007 году Научно-исследовательским кинофотоинститутом совместно со студией «NUKUFILM» (Эстония) по технологии, разработанной А. Мелкумовым и С. Рожковым был снят первый в мире экспериментальный стереоскопический кукольный фильм «Чучело». Презентацией этого фильма в Ванкувере (Канада) на международной конференции GSCA (Ассоциация производителей фильмов для Гигантского экрана) было зарегистрировано первенство России в создании первого кукольного стереофильма для Гигантского экрана – IMAX.

В двадцать первом веке стереоскопическая анимация занимает значительное место в мировом кинопрокате. На экранах кинотеатров можно увидеть как «рисованные», так и «кукольные» анимационные фильмы созданные при помощи цифровых 3D технологий. В то же время продолжают работы по созданию анимационных фильмов и традиционными в XX веке методами. ■



Рис. 17. Стереопара из анимационного кукольного фильма «Чучело»(2007)



Рис. 18. Стереопара из анимационного кукольного фильма «Чучело»(2007)

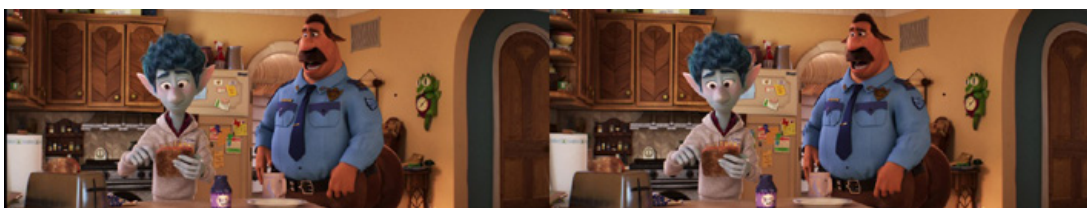


Рис. 19. Стереопара из анимационного цифрового стереофильма «Вперёд» (Onward) (2020)



ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЕТИ КИНОФИКАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ СССР, освобождённой от немецких захватчиков в 1943–1945 годах



Т.А. Платонова, старший научный сотрудник отдела истории науки и техники и изучения коллекций Политехнического музея, г. Москва, Россия

■ В годы Великой Отечественной войны возросла роль кино как одного из самых действенных и массовых элементов пропагандистской и культурно-просветительской деятельности. Появились такие знаменитые ленты, как «Жди меня», «Два бойца», «Она защищает Родину» и многие другие. В них на первом месте стояло описание подвигов советских бойцов: самопожертвование в бою, партизанская борьба, героическая оборона городов. В то время, когда наступающие войска ещё находились на значительном расстоянии от оккупированных территорий: Украины, Белоруссии, Молдавии, Прибалтики, Смоленщины, Псковщины ЦК ВКП (б) и Совнарком СССР уже утвердили задания по восстановительным работам. Восстановительные работы в огромных масштабах и в ударном порядке развёртывались сразу же после освобождения от врага советской территории. Сложнейшая проблема восстановления довоенного уровня развития социалистической индустрии решалась в условиях, когда общие материальные ресурсы в стране были ещё ниже довоенных.

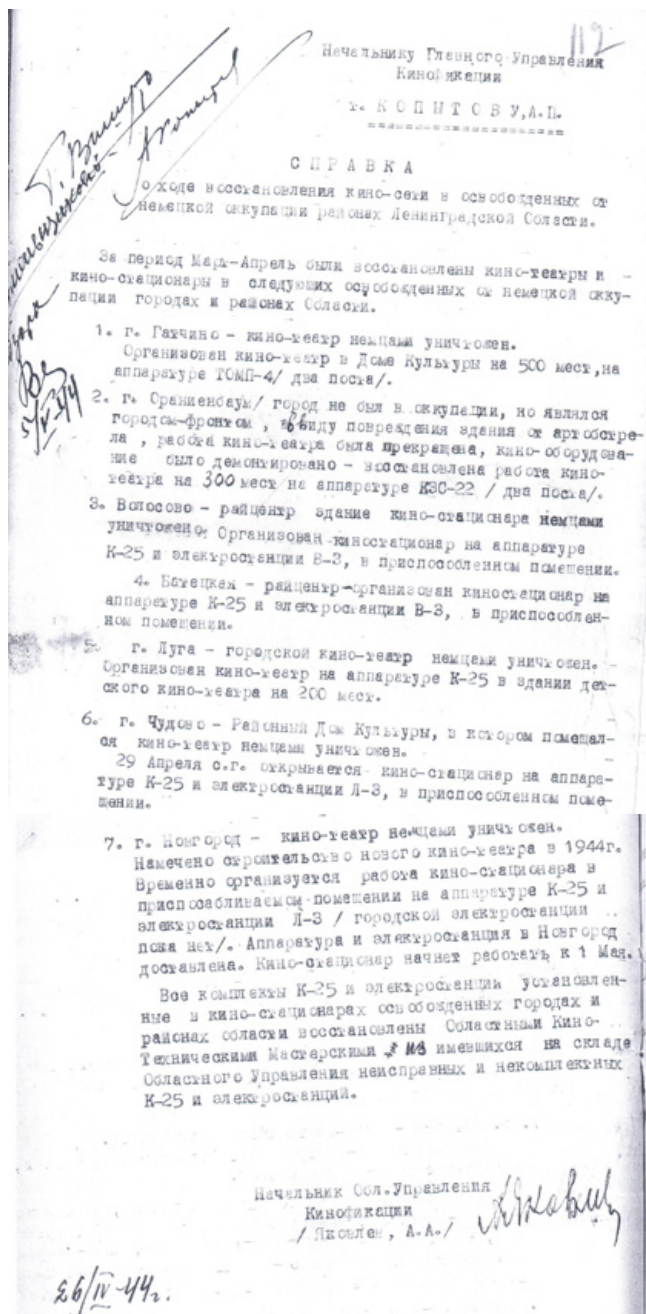
С августа 1943 г., когда произошёл коренной перелом в ходе Великой Отечественной войны, фронт восстановительных работ значительно расширился. Выдающуюся роль в развёртывании и убыстрении темпов гигантских работ по восстановлению народного хозяйства сыграло постановление ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 21 августа 1943 г. «О неотложных мерах по восстановлению хозяйства в районах, освобождённых от немецкой оккупации»,

в котором впервые был поставлен вопрос о комплексном восстановлении экономики и указывались средства, обеспечивающие быстрое возрождение хозяйства и культуры освобождённых районов.

Выполняя Постановление от 23 августа в Комитете по делам кинематографии при СНК СССР было принято решение об обследовании текущего состояния и восстановления киносети в освобождённых районах. В освобождённые районы, города и села были направлены специалисты для изучения состояния помещений, наличия кинооборудования и специалистов для скорейшего восстановления сети кинофикации. С конца 1942 года началось восстановление киносети в юго-восточных областях РСФСР – Сталинградской и Ростовской, а в 1943 г. – в северо-западных и западных.

От огромного количества кинотеатров и кинопередвижек, которыми некогда были насыщены города и села, временно захваченные немецкими оккупантами, не осталось и следа. Гитлеровцы уничтожали и превращали в развалины здания кинотеатров, расхищали ценное оборудование.

В РГАЛИ (Фонде 2473 «Главное управление кинофикации Министерства кинематографии СССР, Москва, 1938–1953») сохранились немногочисленные документы, иллюстрирующие моменты восстановительных работ, отчёты уполномоченных начальников управлений кинофикации союзных республик и различных областей РСФСР.



Начато восстановление киносети в Ворошиловградской и Харьковской областях. В отчёте тов. Карасева за 1943 год (начальная дата 19.07.1943) (начальника управления кинофикации при СНК УССР) говорится о личном объезде и обследовании нескольких районов Харьковской области.[1]. Характерна риторика таких отчётов и, как правило, они написаны от руки: – «Был в г. Старобельске, Ворошиловграде и нескольких районах по Харьковской области. Работают два стационара, аппараты ТОМП (Купянск, Двуречье), дают по два сеанса в день. Первый с 5 часов, городская станция работает на этот сеанс специально только для нас, и кинотеатр берёт на себя в оплату всю стоимость работы всей электростанции, а уже вечером, когда идёт подача тока всем учреждениям плата по нормальному тарифу, в Харьковскую область были переданы кинопередвижки и в отчёт вклю-

чена информация об их использовании. Управление кинофикации получило в гараже Обкома на правах аренды автомашину, оборудовали её под кинопередвижку. Маршрут утверждён Обкомом (Савенецкий и Боровской районы Харьковской области). В Купинске для обслуживания железнодорожников пустили К-25 без штатной электростанции и восстановили одну найденную на месте немецкую кинопередвижку для обслуживания сел.» В этом же отчёте подробно описано состояние киносети в Ворошиловградской области и планы по пуску кинотеатров. В г. Ворошиловграде был частично восстановлен и пригоден для проведения киносеансов кинотеатр Октябрь на 700 мест, оснащённый аппаратом КЗС-22, пуск 1 августа 1943 года. Так же на 1 августа 1943 года запланированы пуски аппарата ТОМП в деревне Ровеньки. В Угльном районе под стационар приспособлена найденная на месте узкоплёночная кинопередвижка. Заканчивается отчёт просьбой прислать специалистов и запасные части для ремонта аппарата на местах.

Восстановление киносети идёт по планам Главного Управления. Выделялись средства для ремонта помещений, для создания на местах ремонтных мастерских. Принимались планы по вводу в эксплуатацию кинотеатров и создания на местах ремонтно-восстановительных мастерских и обучению специалистов на местах.

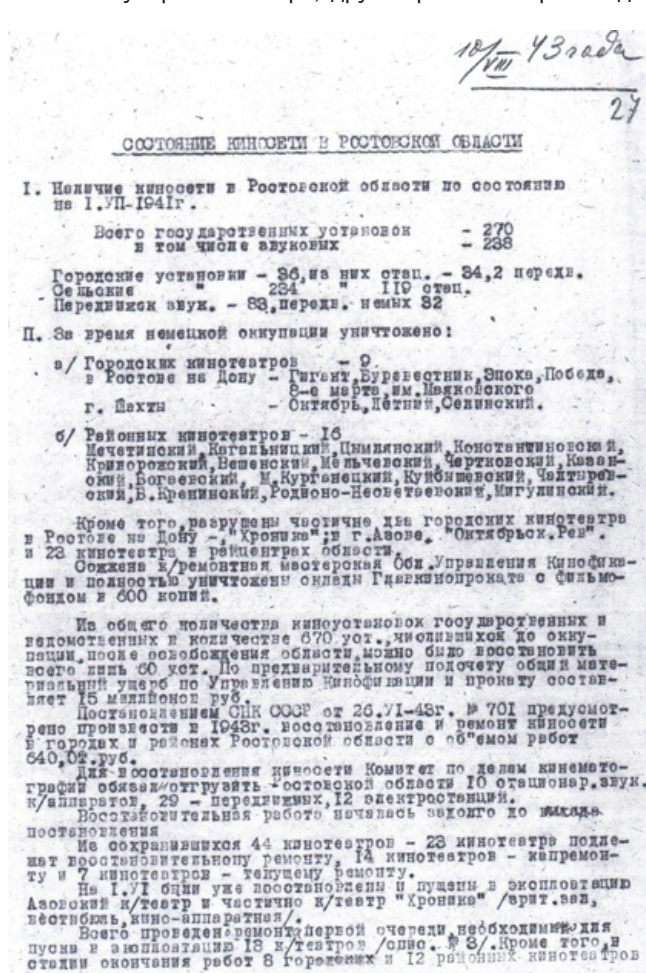
В справке о состоянии киносети в Ростовской области от 10.08.1943 года приводятся сравнительные статистические данные на 01.07.1941 г. и данные на момент создания отчёта. До войны в области действовало 270 киноустановок, из них 238 звуковых; городских 36 установок, из них 34 стационара и 3 передвижки; сельских 23 из них 119 стационарных; звуковых кинопередвижек 83, немых кинопередвижек 32. За время немецкой оккупации уничтожено: 9 городских кинотеатров. В г. Ростове-на-Дону – Гигант, Буревестник, Победа, 8-е Марта и им. Маяковского; в г. Шахты – Октябрь, Летний и Селинский. В районных центрах уничтожено 16 кинотеатров. Частично разрушены кинотеатр Хроника в Ростове-на-Дону и кинотеатр Октябрьский в г. Азов, и 23 кинотеатра в районных центрах. Также полностью уничтожена киноремонтная мастерская Областного Управления Кинофикации и склады Главкинопроката с фильмофондом в 600 копий. Из общего количества киноустановок (государственных и ведомственных в количестве 670 шт.) восстановить можно лишь 60 шт. Общий материальный ущерб по Управлению кинофикации и прокату составил 15 миллионов рублей. Комитет по делам кинематографии Приказом № 280 от 02.07.1943 г. предусмотрел отгрузить в Ростовскую область 12 стационарных звуковых киноаппаратов, 29 кинопередвижек и 12 электростанций. Из сохранившихся кинотеатров по всей области 44 кинотеатров, из которых 23 подлежат восстановительному ремонту, 14 капитальному ремонту, 7 частичному ремонту. На 01.07 1943 восстановлено 16 кинотеатров: Ростов – 5; Азов – 1; Новочеркасск- 3; Шахты – 4; Сальск – 1; Каменск-1; Суммы – 1, в районах области восстановлено

13 стационарных и 14 передвижных. Для оказания технической помощи в Ростовскую область командирован инженер Союзкинопроекта для работ на местах [2].

В письме начальника Ростовского областного управления кинофикации, тов. Еремеева за № 1 от 25 февраля 1943 года из г. Сальска говорится о состоянии сети в освобождённых на этот момент районах Ростовской области. В г. Сальске с 12 февраля возобновили работу Пролетарский кинотеатр, немая кинопередвижка Сальского района, три кинопередвижки Мечетинского района, а также по мере выявления годной аппаратуры и в других районах. Одновременно с выявлением сохранившегося кинооборудования находится и сохранившийся фонд фильмофонда. Для выявления ущерба по районам создаются специальные комиссии. «Учитывая, что для восстановления киносети и обеспечения нормальной эксплуатации потребуется срочное возвращение эвакуированного оборудования, прошу Вашего распоряжения Северо-Осетинскому Управлению Кинофикации подготовить для отгрузки находящиеся в том Управлении Кинофикации кинооборудование и материалы Ростовского областного Управления Кинофикации. Кроме того, прошу сообщить, где находится оборудование и материалы, отгруженные нами в количестве одного вагона в город Баку... Как будут обстоять дела с возвращением этого оборудования в Ростовскую область. Все Ваши указания и директивы до освобождения Ростова-на-Дону прошу направлять в город Сальск в адрес Управления Кинофикации». [3]

В письме Начальника Воронежского областного тов. Макеева от 20 января 1943 г. Говорится, что кинохозяйство освобождённых от немецких захватчиков районов Воронежской области находится в плачевом состоянии – разграблено, ценное имущество вывезено, оборудование уничтожено. Районное управление кинофикации разработало план восстановления киносети этих районов. «Потребность в киноаппаратуре по стационарной сети исчислена нами из расчёта оборудования однопостных киноустановок, лишь для пяти Воронежских кинотеатров предусматриваются 2-х постные киноустановки.» [4]. Для обслуживания сельского населения было предусмотрено 15 звуковых и 32 немых кинопередвижки. «Всего для восстановления кинообслуживания в освобождённых и освобождаемых районах области необходимо: 19 комплектов стационарной киноаппаратуры с усилительной установкой; 27 комплектов звуковых передвижек с электростанциями; 2 комплекта передвижной звуковой аппаратуры без электростанций; 37 комплектов немой передвижной аппаратуры с динамо приводом.» [5]. Проследить результаты восстановительных работ в киносети Воронежской области можно по докладной записке тов. Макеева И.А. от 17 января 1944 года: «Об итогах восстановления киносети, в освобождённых от немецкой оккупации и отселявшихся районах области за 1943 г.» Намеченные к восстановлению в 1943 году кинотеатры «Комсомолец» и «Пролетарий» находятся в разных ста-

циях производства восстановительных работ: «Комсомолец» восстанавливается хорошими темпами, произведены работы по устройству всех ферм крыши, уложен накат на перекрытиях зрительного зала, подготовлена подсыпка для устройства асфальтового пола зрительного зала. Помещение фойе приспособлено под проведение кинопоказов. В кинотеатре «Пролетарий» произведена очистка мусора от пожара, других работ не производи-



лось. Киносеансы в г. Воронеже проводятся в фойе кинотеатра «Комсомолец», в фойе кинотеатра «Спартак» и арендованном зале Дома Светов Коминтерновского района. Восстановление киноремонтной мастерской не производилось, под неё приспособлено бывшее помещение киноводки кинотеатра «Спартак» и мастерские кинотеатра «Комсомолец». Восстанавливаются кинотеатры в городах Острогожске, Россоши, Богучаре, Кантемировке, Будённом. Одновременно с восстановлением и приспособлением помещений под стационарные кинотеатры управление Кинофикации восстановило деятельность на территории освобождённых районов. Работают 12 передвижек немого кино и 14 звуковой [6].

На 16 ноября 1943 года в отчёте Главного управления кинофикации Ленинградской области говорится о состоянии киносети на это время. В освобождённых городах и посёлках области производится восстановление кинотеатров. В г. Калинин кинотеатр «Вулкан» пока

не восстанавливается, составляется проект технической документации, с горсоветом идут согласования по перепланировке и постройки здания. Восстановление кинотеатра «Звезда» идёт очень медленно, не хватает рабочих. Ремонтные работы производятся без прекращения кинообслуживания. Кинотеатр «Новопромышленный» восстанавливается силами учеников ФЗО Новопромышленного района. Ремонт ведётся с некоторым сокращением кинообслуживания. В г. Торжок ремонт кинотеатра закончен. Установлена стационарная киноаппаратура на два поста ТОМП-4, укомплектована за счёт внутренних ресурсов. В г. Старица восстановление сгоревшего кинотеатра не производится, проведён осмотр здания. Пока в г. Старица приспособлен под кинотеатр клуб им. Энгельса, произведены некоторые строительные работы и проводятся киносеансы. В г. Торопец ремонт кинотеатра произведён не полностью, но кинообслуживание производится. В г. Кимры идёт ремонт кинотеатра, работы идут медленно, но кинообслуживание производится. В г. Бологое идет восстановление Дома культуры, зал которого приспособлен под кинотеатр. В г. Ржев идут работы по приспособлению складских помещений под кинотеатр, готовится техническая документация, смета будет к 20 ноября 1943 г. Во всех районных центрах области начались восстановительные работы кинотеатров и Домов Культуры, киносеансы проводятся в приспособленных помещениях. В плановом порядке приобретает необходимое оборудование. Из выделенных Главным Управлением Кинофикации аппаратуры получено: 10 звуковых кинопередвижек без электростанции, выделенные две электростанции из Свердловской области. Пока не получены 5 звуковых кинопередвижек с электростанциями из г. Молотова и 3 электростанции из г. Свердловска. Получено 22 фильмокопии для демонстраций [7]. На конец апреля 1944 года в районных центрах области – Гатчина, Ораниенбаум, Волосово, Батецк, Луга, Чудово, Новгород проводятся регулярные киносеансы. Сеансы проводятся в приспособленных помещениях. Все комплекты киноаппаратуры и электростанции, установленные стационарно в освобождённых городах и районах области восстановлены силами Областных Кинотехнических Мастерских из имеющихся на складе Областного Управления кинофикации неисправных и некомплектных киноаппаратов и электростанций [8].

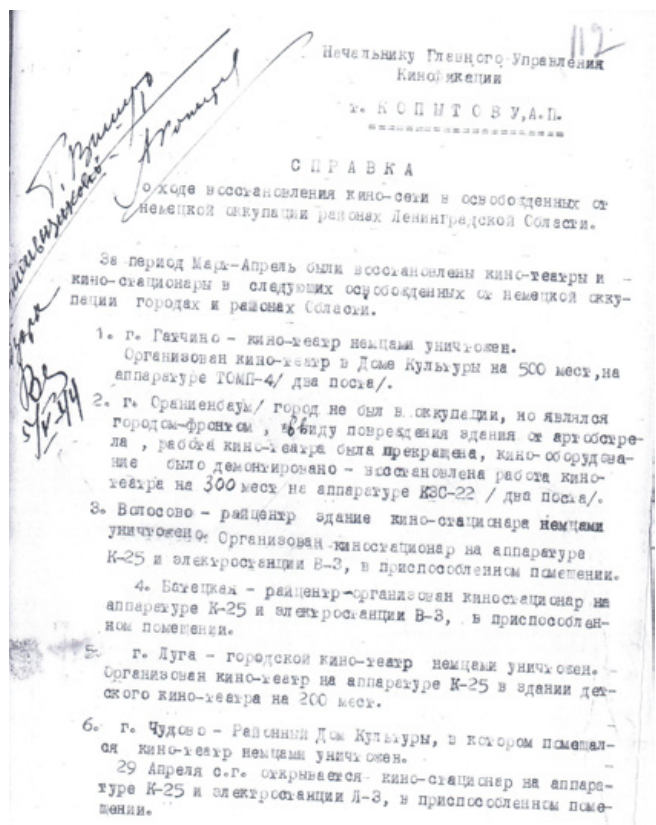
В Сталинграде полностью уничтожено свыше 90 киноустановок, семь крупных кинотеатров, все клубы и прочие учреждения культуры. Из 14 районов области в 13 полностью разрушены и уничтожены кинотеатры. В период осады и военных действий на метах коллективы пытались спасти фильмофонд и ценности. После разгрома немцев цель – в кратчайший срок восстановить разрушенное кинохозяйство и киносеть. К концу августа 1943 года в Сталинграде уже работало 5 кинотеатров и построены четыре специальные летние площадки. В районах Сталинградской области восстановлено 12 кинотеатров, а в райцентрах отремонтировано 11 кинотеатров.

Отправлено 42 киноустановки и отгружается 20 комплектов 35-мм звуковых кинопередвижек. [9]

Большое количество киноустановок и кинопередвижек направлены в Воронежскую, Курскую, Орловскую области.

В Краснодарском крае на 20.06.1943 г. восстановлены и пущены в эксплуатацию 9 городских кинотеатров, 44 сельских, отремонтировано и готово к запуску 14 кинотеатров. Силами кинофикации края восстановлено более 35 киноустановок. Готовятся к открытию кинотеатры в Краснодаре, Армавире, Туапсе. Дополнительно в край высылаются 30 комплектов 35-мм кинопередвижек, 8 электростанций, различные расходные материал (лампы, объективы) и запасные части, киноугли [10].

Сохранилась Правительственная телеграмма от руководства Краснодарского Края: Председателя Крайисполкома Тюляева и Начальника кинофикации Норичина. Получатель – Москва, Гнездииковский 7, Главное Управление кинофикации, копия – Комитету по делам кинематографии при СНК СССР. В телеграмме приводятся требования Края по восстановлению киносети – кинопередвижки К-25 с электростанциями Л-3 50 комплектов, 5 автомашин, 15 комплектов стационарных аппаратов



с усилителями. Монтажный материал, электролампы, проекционные лампы, киноугли, радиолампы и другие необходимые материалы, бумага для билетов. Требуется киномехаников – 30 человек, кинотехников – 10 человек, один киноинженер. Аппаратуру и личный состав просьба направлять в Армавир, подтвердив телеграммой в Сочи. Телеграмма от 08.02.1943 г. [11].

Восстановительные работы продолжаются в 1944 годах. В приказе № 107 от 13 марта 1944 года по Комитету по делам кинематографии при СНК СССР говорится о создании резервного фонда стационарной киноаппаратуры для восстановления киносети в районах, освобожденных от немецких оккупантов. Резерв было решено создавать за счёт демонтажа резервной аппаратуры (третьи и четвёртые кинопосты) и неиспользуемой аппаратуры со складов и мастерских Управления кинофикации. Восстанавливаются кинохозяйства Крыма, Ленинградской области, Северо-Осетинской АССР, Петрозаводска, Молдавской ССР, Белорусской ССР, Литовской ССР, Латвийской ССР, Эстонской ССР, Украинской ССР [12].

Справка о ходе восстановления Государственной киносети на территории РСФСР за 1 квартал 1944 года наглядно показывает, что государство выделяло для этих целей много капитальных вложений. Состояние восстановительных работ подробно расписано. По Калининской области основными объектами восстановления являются кинотеатры Вулкан и Затверецкий в г. Калинин и кинотеатры в гг. Старица, Невель и Ржев. По Смоленской области предусмотрена достройка двухзального кинотеатра в г. Смоленске, восстановление кинотеатра в г. Рославле. Восстанавливаются кинотеатры в гг. Вязьма, Ярцево и Белый. В Орловской области идёт капитальный ремонт кинотеатров. В Курской области основным объектом является Клуб Строителей. В Сталинградской области годовым планом предусмотрено строительство кинотеатров в г. Сталинграде. Но пока не решены все вопросы по планировке города и выделение площадки под строительство. Ростовской области в основном ведутся работы по капитальному ремонту. За счёт внебюджетных средств восстановлено пять кинотеатров в районах: Сталинский, Алексеево-Лозовский, Матвеево-Курганский, Анастасьевский, Литвиновский. По Краснодарскому краю предусмотрено восстановление семи кинотеатров. В Ставропольском крае предусмотрено строительство кинотеатра на 500 мест в г. Ставрополь. В Кабардинской АССР предусмотрено восстановление и реконструкция кинотеатра в г. Нальчик. Работы идут недостаточными темпами, так как много задержек с оформлением документации и недообеспечение строек стройматериалами и рабочей силой. Отгрузка аппаратуры осуществляется в плановом порядке [13].

Наряду с восстановлением киносети в освобождённых районах Приказом № 222 Комитета по делам кинематографии от 28.05.1943 г. НИКФИ провёл грандиозную работу по обследованию Московских кинотеатров на полноту кинодемонстрационного оборудования и его техническое состояние. Специальная Комиссия провела обследование следующих кинотеатров: «Повторного фильма», «Арктика», «Форум», «Метрополь» (три зала), «Центральный», «Родина» (два зала), «Таганский», «Художественный». Осмотру подверглось всё кинодемонстрационное оборудование: проекционная аппаратура,

электросиловое оборудование, усилители, говорители, экраны и состояние монтажа. Все данные внесены в соответствующий протокол осмотра, отчёт утверждён Директором НИКФИ, профессором Козловым П.В. 17.08.1943 г. [14].

В отчётах регионов за 1945 год говорится уже о строительстве новых и переоснащении действующих кинотеатров, создании ремонтных мастерских, об обучении и переобучении кадрового состава. Работа входит в плановое русло. Жизнь продолжается. Конец 40х – начало 50х было для кинематографа непростым временем, так как страна только восстанавливалась после войны. Количество выпускаемых фильмов резко упало – студии вернулись из эвакуации и были готовы работать, но у государства были иные нужды. Стране приходилось экономить буквально на всём. Было постановление снимать кино о современности и должно было дать зрителям возможность отдохнуть от бытовых проблем, но при этом выполнять идеологическую и агитационную функцию. В лучших фильмах послевоенных лет продолжали плодотворно развиваться традиции социалистического реализма. Наиболее значительный – 2хсерийный фильм «Молодая гвардия» (по роману А. Фадеева) о героях Краснодона, поставленный режиссёром Герасимовым. Мужество и подвиг советских людей в годы Великой Отечественной войны нашли проникновенное воплощение в фильме «Повесть о настоящем человеке» (1948 г.) по повести Б. Полевого, а также в лучших приключенческих фильмах – «Подвиг разведчика» (1947 г., реж. Барнет) и «Смелые люди» (1950 г., реж. Юдин). Среди художественных фильмов о советской действительности послевоенных лет завоевал популярность музыкальный фильм «Сказание о земле Сибирской» (1948 г., реж. Пырьев). В период 1950-х гг. создавались достойные и запоминающиеся картины, основной темой которых была жизнь простых рабочих людей: Большая семья, Высота, Первоклассница, Весна, Первая перчатка. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский Государственный Архив литературы и искусства (РГАЛИ) Ф.2473, опись 1, дело 185
2. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 197, стр. 27, 28
3. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 210, стр. 37
4. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 210, стр. 68
5. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 210, стр. 68, 68 об.
6. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 197, стр. 6, 6 об.
7. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 197, стр. 14, 14 об, 15, 15 об.
8. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 238, стр. 112, 112 об
9. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 197
10. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 210
11. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 210, стр. 28
12. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 238
13. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 238, стр. 6, 7, 8, 9
14. РГАЛИ Ф.2473, опись 1, дело 192