

ISSN: 1991-3400

World of Technique of Cinema (WTC)

Мир Кино

ТЕХНИКИ

ИЮЛЬ-СЕНТЯБРЬ | 3(37)-2015 |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ | филиал «НИКФИ» АО «ТПО «КиноСтудия им. М. Горького» ООО «ИПП «КУНА» | Подписной индекс: 81923 в каталоге Роспечати | Scientific and Technical Journal | branch «Cinema and Photo Research Institute» JSC «Gorky Film Studio» | «ИПП «CUNA» Ltd. | The subscription index 81923 in the catalog of Rospechat |

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ОПТИМИЗАЦИЯ
АРХИТЕКТУРЫ
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО
КИНЕМАТОГРАФА**

**СОЗДАНИЕ
ФРАКТАЛЬНЫХ
СТАТИЧЕСКИХ
И ДИНАМИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ
ДЛЯ АВТОСТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

**5 ЛЕТ ПОСЛЕ
«АВАТАРА»
ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО
КАЧЕСТВА СТЕРЕОКИНО**

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ КИНО

**ИСТОРИЯ
ОДНОГО ФИЛЬМА**



№ 37 СОДЕРЖАНИЕ

Новости, обзоры

А.В. Кучеренко, к.т.н., А.С. Мелкумов, Д.Н. Сухов, В.А. Сычев, к.т.н., Д.Г. Чекалин
23 Пленарное заседание Технического Комитета 36 «Кинематография» Международной организации по стандартизации (ИСО/ТК 36) 2

Технологии

Н.К. Трубочкина, *ntrubochkina@hse.ru*; Н.В. Кондратьев, *kondr1216@mail.ru*
Создание фрактальных статических и динамических изображений для автостереоскопических систем 6

Д.С. Ватолин, *dmitriy@graphics.cs.msu.ru*; А.А. Боков, А.А. Фёдоров
Тенденции изменения технического качества стереокино – 5 лет после «Аватара» 11

С.Б. Бирючинский, *sbiruchinsky@optica4d.com*
Моделирование и оптимизация архитектуры оптических систем для современного кинематографа 29

Страницы истории кино

Н. Майоров, *henrymay@mail.ru*
Подсобные материалы. История одного фильма 34

№ 37 CONTENT WTC

News, Reviews

A. Kucherenko, PhD, A. Melkumov, D. Sukhov, V. Sychev, PhD, D. Chekalin, branch «Cinema and Photo Research Institute» JSC «Gorky Film Studio»
23 plenary session of the Technical Committee 36 «Cinematography» International standardization organization (ISO/TC 36) 2

Technology

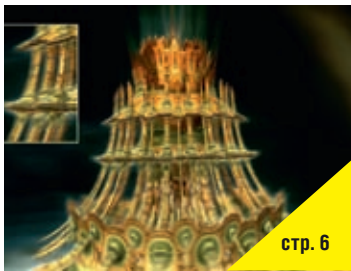
Trubochkina N. Professor, *ntrubochkina@hse.ru*; Kondratiev N., PhD, *kondr1216@mail.ru*
Static and dynamic fractal images creation for autostereoscopic systems 6

Vatolin D., *dmitriy@graphics.cs.msu.ru*; Bokov A., Fedorov A.
The trends in technical quality of stereoscopic movies – 5 years after “Avatar” 11

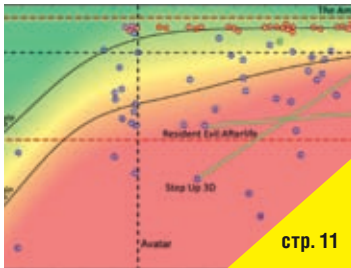
Biryuchinskiy S., *sbiruchinsky@optica4d.com*
Modeling and optimization of optical systems architecture for a modern cinema 29

Pages of the history of cinema

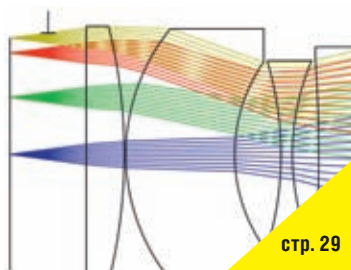
N. Mayorov, *henrymay@mail.ru*
Storage of film materials. The history of one film 34



стр. 6



стр. 11



стр. 29



стр. 34

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 (Electronic version) www.elibrary.ru

The requirements for the publication of scientific articles in the journal «World to technology 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.

Подписной индекс Роспечать (Subscription index Rospechat): № 81923

Научно-технический журнал «Мир Техники Кино»
 Выходит 4 раза в год
 Издатель: ООО «ИПП «КУНА»
 Учредители: Филиал «НИКФИ» АО ТПО «Киностудия им. М. Горького», ООО «ИПП «КУНА»
 При финансовой поддержке ООО «ИПП «КУНА»
 Руководитель проекта: Костылев Олег Юрьевич
 Главный редактор:
 Индлин Юрий Александрович, к.т.н.
 Выпускающий редактор:
 Захарова Тамара Владимировна
 Арт-директор, оформление обложки:
 Шишкин Владимир Геннадьевич
 Вёрстка и дизайн: Аверина Наталия Владимировна
 Корректор: Сайкина Наталья Владимировна

Редакционный совет:
 Овечки Ю.Н., д.т.н., ОАО «НИКФИ»
 Белоусов А.А., проф., д.т.н., СПбГУКИТ
 Тихомирова Г.В., проф., д.т.н., СПбГУКИТ
 Сакварелидзе М.А., д.х.н., ВГИК
 Винокур А.И., д.т.н., МГУП им. И. Фёдорова
 Перегудов А.Ф., к.т.н., СПбГУКИТ
 Березин О.С., «Невафильм»
 Барский И.Д., к.т.н., ВГИК
 Одинокос С.Б., д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана
 Раев О.Н., к.т.н., ВГИК
 Волков А.С., к.т.н., Министерство культуры РФ

Отпечатано в ООО «ИПП «КУНА»
 Объём 5,5 п.л. Заказ № 134448.
 Тираж 1000 экземпляров.

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

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

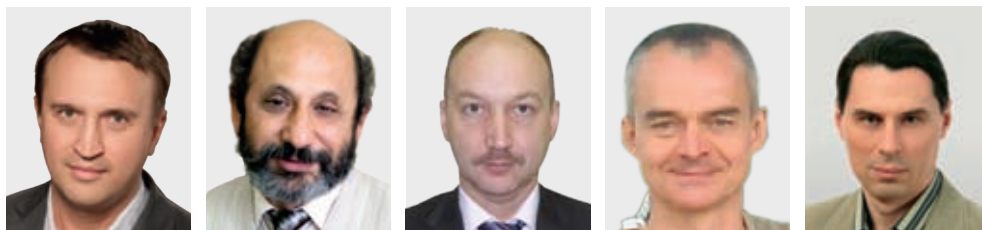
www.mtk-magazine.ru, e-mail: kevin@paradiz.ru
 телефон (факс): +7 (495) 795-02-99, 795-02-97



23 ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА 36 «КИНЕМАТОГРАФИЯ»



Международной организации
по стандартизации (ИСО/ТК 36)
(International Organization for
Standardization - ISO)



А.В. Кучеренко, к.т.н., А.С. Мелкумов, Д.Н. Сухов, В.А. Сычёв, к.т.н.,
Д.Г. Чекалин, филиал «Научно-исследовательский кинофотоинститут»
АО ТПО «Киностудия им. М.Горького»

Аннотация

В статье освещается работа очередного 23-го Пленарного заседания Технического Комитета 36 «Кинематография» Международной организации по стандартизации, прошедшего 25–26 августа 2015 года в Пекине (КНР). Изложены основные вопросы, рассмотренные в ходе работы Пленума, и принятые решения по проблемам и перспективам развития современного кинематографа, в особенности, в части развития и совершенствования технологий цифрового кино.

Ключевые слова: стандартизация, цифровой кинематограф, Технический Комитет 36 «Кинематография», ИСО/ТК36.

23 PLENARY SESSION OF THE TECHNICAL COMMITTEE 36 «CINEMATOGRAPHY» INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION (ISO/TC 36)

A. Kucherenko, PhD, A. Melkumov, D. Sukhov, V. Sychev, PhD, D. Chekalin, branch «Cinema and Photo Research Institute» JSC «Gorky Film Studio»

Abstract

The paper describes the 23rd Plenary meeting of ISO/TC 36 taking place 25–26 August 2015 in Beijing, China. The basic issues discussed in the course of the Plenum, and decisions on the problems and prospects of development of modern cinema, particularly in the development and improvement of the technology of digital cinema.

Keywords: standardization, digital cinema (D-Cinema), Technical Committee 36 «Cinematography», ISO / TC36.

■ 25–26 августа 2015 года в Пекине прошло очередное 23 Пленарное заседание технического комитета 36 «Кинематография» Международной организации по стандартизации (ИСО). В работе приняли участие делегации Великобритании, Германии, Китая, Республики Корея, России, США, Франции, Японии. Национальный орган по стандартизации РФ на пленуме при финансовой поддержке Министерства культуры РФ представлял НИКФИ – Филиал «Научно-исследовательский кинофотоинститут» АО ТПО «Киностудия им. М. Горького», являющийся уполномоченной организацией, на базе которой создан национальный ТК 15 «Кинематография» и работает его секретариат.

ИСО сотрудничает с более чем 700 различными международными, региональными и национальными организациями, принимающими участие в процессе разработки стандартов и взаимном обмене опытом и информацией. ИСО не является единственной организацией, занимающейся международной стандартизацией, и по ряду направлений работает в тесном сотрудничестве с другими международными организациями по разработке стандартов, особенно это относится к двум организациям: Международной электротехнической комиссии (МЭК) (International Electrotechnical Commission (IEC)) и Международному союзу электросвязи (МСЭ) (International Telecommunication Union (ITU)).

В 2001 году ИСО, МЭК и МСЭ в целях укрепления системы стандартов этих трёх организаций создали Всемирный союз по стандартизации (ВСС) (World Standards Cooperation (WSC)), который должен способствовать принятию и применению стандартов, основанных на международном согласии, во всём мире. В настоящий момент в ИСО более 250 технических комитетов. У каждого ТК определена своя область деятельности.

Технический комитет ИСО/ТК 36 «Кинематография»

Технический комитет 36 «Кинематография» создан в 1947 году.

Структурно в настоящий момент комитет состоит из четырёх рабочих групп:

Рабочая группа	Название
ИСО/ТК 36 / РГ 1 ISO/TC 36 / WG 1	Техника и технология фильмопроизводства Production technology
ИСО/ТК 36 / РГ 2 ISO/TC 36 / WG 2	Техника и технология печати и обработки фильмовых материалов Laboratory and distribution services technology
ИСО/ТК 36 / РГ 3 ISO/TC 36 / WG 3	Техника и технология записи и воспроизведения звука Audio technology
ИСО/ТК 36 / РГ 4 ISO/TC 36 / WG 4	Техника и технология кинопоказа Presentation technology

Секретариат комитета в настоящий момент ведёт Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute – ANSI), США. Секретарём является Питер Саймс (SMPTE), а председатель комитета – англичанин Джулиан Пинн.

Под прямой ответственностью ТК 36 находятся 118 опубликованных действующих стандартов ИСО. Все принятые стандарты пересматриваются каждые 5 лет.

В работе комитета участвуют 11 стран **полноправных членом международного технического комитета** (P-member) и 15 стран в качестве **наблюдателей** (O-member).

Комитет взаимодействует или ведёт совместную работу со следующими организациями: CIE, EBU, IEC, ITU, SMPTE, UNESCO.

Национальный технический комитет ТК 15 «Кинематография»

Российская Федерация является полноправным членом Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК) и участвует в деятельности руководящих, технических и консультативных органов этих организаций. Национальный орган по стандартизации реализует права полноправного члена в международном техническом комитете через российские технические комитеты по стандартизации и их представителей. Национальным комитетом, на который возложены функции постоянно действующего национального рабочего органа в ИСО/ТК 36, является российский технический комитет по стандартизации «Кинематография» (ТК 15).

Структура национального комитета ТК 15 аналогична структуре ИСО/ТК 36, в работе которого российский национальный комитет принимает активное участие в качестве полноправного члена международного технического комитета (P-member) с правом голосования. Российская делегация участвовала в работе трёх из четырёх последних пленарных заседаний международного технического комитета, а 21-е заседание было организовано и проводилось в Москве в 2010 году [5].

23-е Пленарное заседание технического комитета ИСО/ТК 36

Работа заседания проводилась в течение двух дней последовательно по четырём рабочим группам соответственно профильным технологическим направлениям.

Были заслушаны отчёты секретаря комитета и руководителей рабочих групп о работе, проделанной со времени предыдущего Пленарного заседания, обсуждены организационные и процедурные вопросы, связанные с работой комитета, в частности, на новый очередной трёхлетний срок был переизбран председатель комитета Джулиан Пинн (Великобритания).



Были рассмотрены и приняты решения по 48 стандартам (23 из которых относятся к цифровому кино), также были представлены презентации по новым темам и разработкам. По ряду документов были высказаны замечания и предложения, и в результате дискуссии были приняты согласованные решения.

В процессе работы рабочих групп была выработана 21 рекомендация, а по результатам работы Пленарного заседания были приняты 20 итоговых резолюций.

Следует отметить из наиболее существенных и интересных решений и вопросов, обсуждавшихся на пленуме:

1) Целесообразность введения категории «стабилизированных» стандартов для документов, относящихся к устоявшимся и остающимся неизменными технологиям, чтобы не проводить каждые 5 лет их пересмотр.

2) Необходимость наладить более тесное взаимодействие и сотрудничество с техническим комитетом МЭК/ТК 100, в связи с началом работ этого комитета над стандартами для цифрового кинематографа.

3) Предложено принять по ускоренной процедуре в качестве стандартов ИСО следующие 12 документов (стандартов SMPTE) по цифровому кино:

- SMPTE 428–7: 2014, Digital Cinema Distribution Master – Субтитры;
- SMPTE 428–21: 2011, Archive Frame Rated D-Cinema;
- SMPTE 429–2: 2013, D-Cinema Packaging – Эксплуатационные ограничения DCP;
- SMPTE 429–9: 2014, D-Cinema Packaging – Asset mapping и сегментация файла;
- SMPTE 429–13: 2009, D-Cinema Packaging – Часть 13: Эксплуатационные ограничения DCP для дополнительных частот кадров;
- SMPTE 429–14: 2014, D-Cinema Packaging – Файл Aux Data Track;
- SMPTE 429–16: 2014, D-Cinema Packaging – Additional Composition Metadata and Guidelines;
- SMPTE 430-3:2012, D-Cinema Operations – Generic Extra-Theatre Message Format;

- SMPTE 430-5:2011, D-Cinema Operations – Security Log Event Class and Constraints;

- SMPTE 430-6:2006, D-Cinema Operations – Auditorium Security Messages for Intra-Theatre Communications;

- SMPTE 430-12:2014, D-Cinema Operations – FSK Synchronization Signal;

- SMPTE 2084:2014, High Dynamic Range Electro-optical Transfer Function of Mastering Reference Displays.

4) При рассмотрении документа «ISO-TC36 N1716 SMPTE RP 431–2: 2011, D-Cinema Quality Reference Projector and Environment» на предмет его принятия в качестве стандарта ИСО, российская делегация выявила ряд существенных противоречий данного документа с уже действующим стандартом «ISO 26431–1:2008, Digital cinema (Dcinema) quality – Part 1: Screen luminance level, chromaticity and uniformity», в результате российскому национальному органу поручено подготовить технические замечания по данному документу [4] и направить их в Секретариат ИСО/ТК 36 с целью устранения выявленных противоречий.

5) Студия WALT DISNEY предложила стандарт файлового формата, позволяющего производить обмен цифровыми фильмовыми материалами, имеющими различные разрешения, частоту кадров, соотношение сторон, форматы и др. – Interoperable Master Format (IMF).

Американская киноакадемия предложила сразу 4 новых стандарта системы кодирования цвета Academy Color Encoding System (ACES) для цифрового кино:

- SMPTE ST 2065–1:2012 Academy Color Encoding Specification (ACES);

- SMPTE ST 2065–2:2012 Academy Printing Density (APD) – Spectral Responsivities, Reference Measurement Device and Spectral Calculation;

- SMPTE ST 2065–3:2012 Academy Density Exchange Encoding (ADEE) – Encoding Academy Printing Density (APD) Values;

- SMPTE ST 2065–4:2013 ACES Image Container File Layout.

6) Делегация КНР внесла предложение о разработке стандарта по новой интересной и актуальной теме: «Технические требования и методы измерения для цифровой стереоскопической кинопроекции», данное предложение будет рассмотрено после предоставления разработчиком более подробной информации о проекте.

7) Предложено увеличить номенклатуру применяемых значений частоты кадров в цифровом кинематографе.

В настоящий момент допустимые применяемые частоты кадров в цифровом кинематографе определяются двумя стандартами:

- ISO 26428–1:2008. Digital cinema (D-cinema) distribution master – Part 1: Image characteristics;
- ISO 26428–11:2011. Digital cinema (D-cinema) distribution master – Part 11: Additional frame rates.

SMPTE представило для принятия в качестве международного, разработанный стандарт, определяющий возможность использования дополнительной частоты кадров в цифровом кинематографе:

- SMPTE ST 428–11:2013. Additional Frame Rates for D-Cinema.

В дополнение к двум базовым частотам кадров, определяемым принятым ранее стандартом: ISO 26428–1:2008 (E). Digital cinema (D-cinema) distribution master – Part 1: Image characteristics, и шести дополнительным, определённым в: ISO 26428–11:2011. Digital cinema (D-cinema) distribution master – Part 11: Additional frame rates, данный стандарт определяет ещё 3 дополнительных частоты кадров.

SMPTE ST 428-11:2013 – Table 1 – AFR Level Definitions			
Дополнительная частота кадров AFR Level	Макс. кол-во пикселей		Кол-во кадров в секунду
	по горизонтали	по вертикали	
AFR Level 1	4096	2160	25
AFR Level 2	2048	1080	25
AFR Level 3	4096	2160	30
AFR Level 4	2048	1080	30
AFR Level 5	2048	1080	50
AFR Level 6	2048	1080	60
AFR Level 7	2048	1080	96
AFR Level 8	2048	1080	100
AFR Level 9	2048	1080	120

SMPTE предложило объединить SMPTE 428–1:2006 и SMPTE ST 428–11:2013 и представить в ISO/TC 36 для принятия по ускоренной процедуре. После принятия объединённого ISO 26428–1 существующий стандарт ISO 26428–11:2011 должен быть удалён.

Кроме этого, к прохождению по ускоренной процедуре принят стандарт SMPTE 428–21:2011 Archive Frame Rates for D-Cinema, определяющий дополнительные операционные уровни и допустимые частоты кадров для работы с архивными плёночными материалами, созданными в середине 1930-х до стандартизации 24 кадров в секунду. Этот стандарт нужен для возможности перевода старых архивных нестандартных плёночных фильмов в цифровую форму.

Национальные технические комитеты ИСО изучат предложенные документы и подготовят свои заключения.

Российская делегация активно участвовала в работе Пленума. Членами делегации были внесены замечания, поправки и предложения, часть из которых была принята в рабочем режиме. По другим будет проведена дополнительная работа и подготовлены документы с техническими замечаниями и предложениями. По итогам работы заседания технического комитета «Кинематография» (ТК 36) подготовлена итоговая резолюция, зафиксировавшая основные результаты работы Пленума.

После завершения работы Пленарного заседания ИСО, российская делегация приняла участие в 12-м китайском Форуме цифрового кинематографа (DCF), проводившемся в китайском киноархиве (China Film Archive). На Форуме были представлены все ведущие предприятия киноотрасли Китая, участие приняли известные международные фирмы и организации (ISO, THX, RealD, Varco, Christie). Обсуждались новейшие цифровые технологии, проблемы и тенденции развития современной индустрии кино.

Российская делегация посетила Пекинскую Международную Радио, Теле и Кино выставку (BIRTV), проходившую в эти же дни. Выставка является наиболее влиятельным событием в индустрии вещания и кинематографа в Азии. На BIRTV традиционно представлены последние события и глобальные тренды технических инноваций отрасли.

Отдельный день в ходе визита в Китай был посвящён рабочим встречам делегации НИКФИ с представителями китайского исследовательского кинофотоинститута (CRIFST). В ходе встреч российские и китайские специалисты рассказали о своих новейших разработках, поделились планами на будущее и продемонстрировали уже снятые анимационные и игровые стереоскопические фильмы. Научно-исследовательский кинофотоинститут представил свою разработку в области стереосъёмки одинарной цифровой камерой с объективами стереосистемы «Сtereo –70» [6] – реальную альтернативу двухкамерным стереосистемам с полупрозрачным зеркалом (стереоригам).

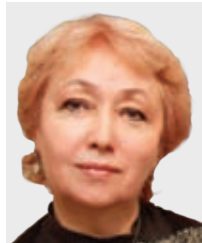
Участие в Пленарном заседании ИСО, Форуме цифрового кинематографа, выставке BIRTV, а также встречи с ведущими специалистами и экспертами киноиндустрии послужили уникальной площадкой для обмена опытом и эффективного взаимодействия друг с другом. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.iso.org/iso/home.html>
2. http://www.iso.org/iso/ru/2012_friendship_among_equals.pdf
3. http://www.iso.org/iso/ru/home/about/iso_members.htm
4. ПР 50.1.008-2013 Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации.
5. Ковалевская Н.С. 21 Пленарное заседание ИСО/ТК 36 «Кинематография», МТК № 17, с. 14–16, 2010.
6. Мелкумов А.С. Стереосъёмка одной цифровой камерой по системе «Сtereo-70», МТК № 17, с. 25–28, 2010.



СОЗДАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ для автостереоскопических систем



Н.К. Трубочкина, д.т.н., профессор, Департамент компьютерной инженерии, НИУ ВШЭ, руководитель секции «Мультимедиа арт» Творческого Союза Художников России, Москва, РФ, ntrubochkina@hse.ru; Н.В. Кондратьев, к.т.н., kondr1216@mail.ru, филиал НИКФИ АО ТПО «Кино студия им. М. Горького», Москва

Аннотация

Предложен новый подход в развитии трёхмерного кино без очков, а точнее, методика создания с помощью математики и компьютерных программ фантастических графических сред и миров, основы для последующей кодировки под линзовый растр.

Предложена модель расчёта параметрических фракталов, учитывающая положение виртуальных камер для получения наборов ракурсов фрактального изображения, создания параллакспанораграмм и демонстрации полученных стереоскопических изображений фрактальных объектов.

Рассмотрена технология создания фрактальных статических и динамических изображений для автостереоскопических систем. На основе предлагаемой методики создан фрактальный фильм «Башня» для многокурсовых автостереоскопических систем.

Фрактальное 3D видео даёт возможность создания на кино- и телеэкране новых миров и фантастических реальностей, которые могут стать не только фоновой, но и сюжетной основой для фильмов будущего, а новейшие кино- и телетехнологии предоставляют зрителю возможность максимального погружения в эти виртуальные миры и реальности при просмотре 3D фантастических кинофильмов без очков.

Ключевые слова: фрактал, ленткулярный растр, линзовый растр, алгоритм, технология, автостереоскопическая система, параллакспанораграмма, 3D фрактальные видео и изображения без очков.

STATIC AND DYNAMIC FRACTAL IMAGES CREATION FOR AUTOSTEREO SCOPIC SYSTEMS

N. Trubochkina Professor, ntrubochkina@hse.ru, Department of Computer Engineering, Higher School of Economics, Head of the section «Multimedia Art», Artists Union of Russia, Moscow, Russia; N. Kondratiev, PhD, kondr1216@mail.ru, Imaging laboratory, branch «Cinema and Photo Research Institute» JSC «Gorky Film Studio», Moscow, Russia

Abstract

A new approach in the development of three-dimensional movies without glasses, but rather, the technique of fantastic graphics and media worlds creating with the help of mathematics and computer software, as the basis for the subsequent encoding a lenticular screen, is proposed.

A parametric fractals calculation model, taking into account the position of the virtual camera angles to obtain a set of fractal images, creating parallaxpanoragramm and demonstrations obtained stereoscopic images of fractal objects is considered.

The technology of creating fractal static and dynamic images for auto stereoscopic systems is offered. Fractal film «Tower» for multi-angle auto stereoscopic systems without glasses, on the proposed method basis was generated.

Fractal 3D video allows for the creation of film and television new worlds and fantastic realities that can be not only the background, but the story as a basis for future movies, and the latest film and television technology provides viewers with the opportunity to maximize immersion in these virtual worlds, reality when watching 3D fantastic movies without glasses.

Keywords: fractal, lenticular raster, lens raster, algorithm, autostereoscopic system technology, parallaxpanoragramma, 3D fractal video and images without glasses.

■ Введение

В XX веке появление компьютеров и связанных с ними информационных технологий внесло в нашу жизнь большие изменения. Компьютерные системы управления, проектирования, моделирования, сети, интернет – трудно найти область деятельности человека, где бы не использовался компьютер. Дольше всех держалось искусство и, в частности, кино, но и они не избежали «заражения» информационными технологиями. На этом этапе компьютер был только помощником в представлении созданных человеком объектов, он ничего не создавал, а только обрабатывал. Но это не предел компьютерных возможностей. Приходит время, и фантастические когда-то вещи становятся реальностью.

Данная работа посвящена новому подходу в развитии трёхмерного кино без очков, а точнее, созданию с помощью математики и компьютерных программ фантастических графических сред и миров, основы для последующей кодировки под линзовый растр, которые не снимаются на камеру, а рассчитываются на компьютере по сценариям, созданным человеком. Данные математические миры могут служить фоном для фантастических фильмов, формировать их сюжетную линию, создавая предпосылки для дальнейшего развития трёхмерного кинематографа без очков.

Исторический обзор лентиккулярных технологий

Самым старым, но до сих пор успешно применяемым в стереокино автостереоскопическим методом, является применение растра для сепарации изображений стереопары. Растр, представляющий собой либо решётку со щелевыми отверстиями, либо массив из большого числа малых сферических или цилиндрических линз, который устанавливается рядом с рассеивающим экраном. Известно, что впервые применение параллельного щелевого растра было предложено одновременно Бертье и Лизегангом ещё в 1896 году. Активное развитие растровых методов проекции объёмных изображений пришлось на 40-е – 50-е годы XX века [1, 2, 3, 4]. Стереоскопическая кинопроекция осуществлялась с помощью двухобъективного проекционного аппарата с киноплёнки, на которой были зафиксированы два ракурса снимаемой сцены. По этой системе в Москве некоторое время работал безочковый стереокинотеатр, где проекция осуществлялась на перспективный линзово-растровый экран, предложенный С.П. Ивановым [5, 6]. Преимущество линзового растра перед щелевым заключается в том, что изображение формируется без потери светового потока из-за поглощения части лучей непрозрачными элементами щелевого растра. За счёт этого яркость изображения в линзово-растровых системах выше [7, 8, 9, 10, 11]. Если оба глаза расположены в одной зоне стереовидения, то из любой пары элементарных фокальных зон можно наблюдать два изображения, составляющие стереопару.

В современной рекламе используются растровые безочковые устройства, формирующие объёмное динами-

ческое изображение в пространстве перед и за экраном. Такие устройства реализованы на базе жидкокристаллических или плазменных панелей, перед которыми установлен растр. Разрешение изображения можно увеличить, применяя наклонный линзовый растр. Эта технология была применена и запатентована при разработке автостереоскопического дисплея 3D-LCD исследовательской лабораторией фирмы «Philips» [12, 13, 14]. Такие устройства уже производятся и продаются [15]. Фирма Toshiba выпустила линейку телевизоров «Toshiba 55ZL2», «Regza 20GL» и «Regza 12GL». Эти телевизоры имеют разрешение 3840x2160. Объёмное изображение формируется девятью ракурсами (восемь стереопар). При этом разрешение картинки, которую увидит зритель в каждом ракурсе, составляет 1280x720 пикселей, что в три раза превышает разрешение при применении обычного прямого растра, но всё же оно меньше изначально. Поэтому основной проблемой автостереоскопического показа является повышение качества изображения, которое можно решить путём увеличения разрешения ЖК или плазменной панели, что приводит к увеличению числа элементов в каждом ракурсе. В настоящее время анонсированы модели с разрешением 8K, что позволяет говорить о приемлемом качестве безочкового стереоизображения.

Особенности фрактальных 3D видео без очков

Принципиальным отличием фрактальных 3D видео без очков является то, что объекты стереокино не снимаются многообъективной камерой, перемещаемой по определённой траектории, а вычисляются как фрактальные множества на компьютере по специальным моделям и алгоритмам.

Фрактал (лат. *fractus* – дроблённый, сломанный, разбитый) – математическое множество, обладающее свойством самоподобия, то есть однородности в различных шкалах измерения. В математике под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве, имеющие дробную метрическую размерность (в смысле Минковского или Хаусдорфа), либо метрическую размерность, отличную от топологической, поэтому их следует отличать от прочих геометрических фигур, ограниченных конечным числом звеньев [26].

Алгоритм процесса создания фрактального 3D фильма без очков

Процесс создания фрактальных 3D видео без очков – итерационный, достаточно сложный, требующий больших вычислительных возможностей. Последовательность и взаимосвязь процессов представлена диаграммой алгоритма на рис. 1.

Создание фрактального 3D кино без очков требует решения задач по четырём направлениям в следующих блоках:

1. Фрактальный блок (расчёт фракталов для каждого кадра многокадрового фильма).

2. Блок кодировки (преобразование кадра всех ракурсов фрактальной графики в параллакспанораграмму, декодируемую лентикулярным растром в безочковое стереоскопическое изображение).

3. Блок технического обеспечения (подбор и создание технических средств для показа фрактальных 3D видео без очков).

4. Блок развития технологии 3D кино без очков (дальнейший поиск новых технологий в трёх предыдущих блоках, а также синтез фрактального и классического подхода в одном фильме для 3D кино без очков).

В основе фрактального модуля – фрактальная математика

В математической основе фрактального моделирования лежат достаточно простые фракталы. Особенно популярными и наиболее часто применяемыми при фрактальном моделировании являются фракталы, созданные на основе фрактала Мандельброта [16].

От фрактальной математики к фрактальной информатике.

Композиция фракталов.

В действительности, всё гораздо сложнее. Одним фракталом для описания «гармоничного хаоса» не обойтись, как не обойтись и без помощи информационных технологий и мощных вычислительных ресурсов, в связи с потребностью в огромном количестве итераций для различных функций.

Для моделирования сложных (композиций) фракталов необходимы:

1. Система математических функций, в программах они закодированы именами:

$$\begin{cases} Z1_{i+1} = F_1(Z1_i) \\ Z2_{i+1} = F_2(Z2_i) \\ Zm_{i+1} = F_m(Zm_i) \end{cases}$$

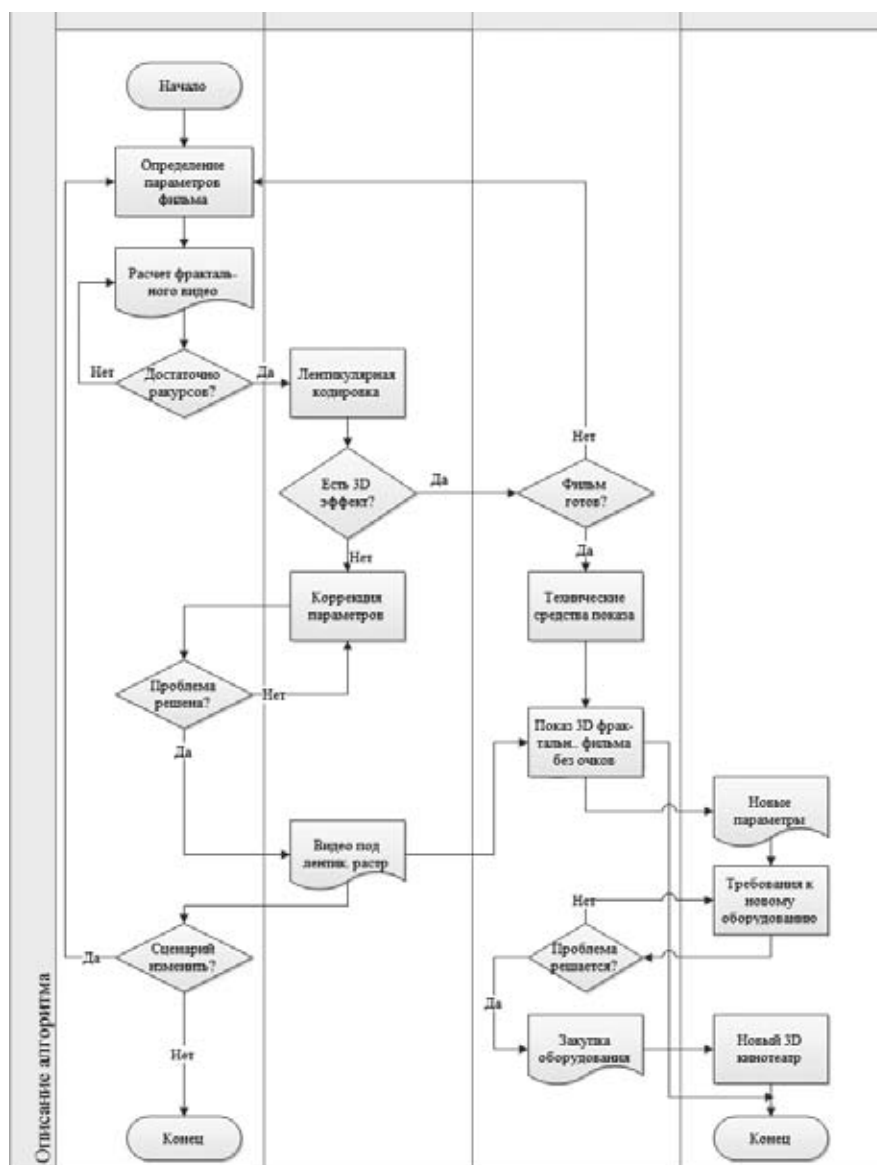


Рис. 1. Диаграмма алгоритма процесса создания фрактального 3D фильма без очков

2. Система параметров и ограничений для: функций, цвета, света, камеры, глубины, расчёта и т.д.

$$\begin{cases} \partial 1_{i+1} = \partial_1(Z1_i) \\ \partial 2_{i+1} = \partial_2(Z2_i) \\ \partial m_{i+1} = \partial_m(Zm_i) \end{cases}$$

3. Система плагинов [17] (не редактируемых алгоритмов): плаги́н (англ. plug-in, от plug in «подключать») – независимо компилируемый программный модуль, динамически подключаемый к основной программе и предназначенный для расширения и/или использования её возможностей. Плагины обычно выполняются в виде разделяемых библиотек. Плагином может быть, например, фильтр, который каким-либо образом изменяет изображение, палитру и прочее.

$$\begin{cases} P^1_{i+1} = \chi_1(P^{1,1}_i, P^{1,2}_i \dots P^{1,m_1}_i) \\ P^2_{i+1} = \chi_2(P^{2,1}_i, P^{2,2}_i \dots P^{2,m_2}_i) \\ \dots \\ P^\omega_{i+1} = \chi^\omega(P^{\omega,1}_i, P^{\omega,2}_i \dots P^{\omega,m_\omega}_i) \end{cases}$$

4. Система скриптов (редактируемых алгоритмов, записанных на сценарном языке [18]). Сценарный язык (англ. scripting language, в русской литературе принято название язык сценариев) – высокоуровневый язык программирования для написания сценариев – кратких описаний действий, выполняемых системой [19].

$$\begin{cases} S^1_{i+1} = \beta_1(S^{1,1}_i, S^{1,2}_i \dots S^{1,k_1}_i) \\ S^2_{i+1} = \beta_2(S^{2,1}_i, S^{2,2}_i \dots S^{2,k_2}_i) \\ \dots \\ S^\omega_{i+1} = \beta^\omega(S^{\omega,1}_i, S^{\omega,2}_i \dots S^{\omega,k_2}_i) \end{cases}$$

Эта математическо-алгоритмическо-параметрическая композиция используется при генерации фракталов в специальных компьютерных программах [20, 21].

Определение сценария и параметров фрактального 3D фильма

Сценарий *i*-го ракурса (r_i) 3D фрактального фильма без очков (R) определяется последовательностью ключевых кадров k_j^i (рис. 2) и количеством рассчитываемых кадров (l_i ($i=1, \dots, n-1$)) между ключевыми кадрами k_j^i и k_{j+1}^i .

$$R = \left\{ r_i = \begin{array}{c} \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \\ k_1^i \quad k_2^i \quad k_3^i \quad k_4^i \quad k_5^i \quad k_6^i \quad k_7^i \quad k_8^i \dots k_n^i \\ \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \quad \bullet \\ l_1 \quad l_2 \quad l_3 \quad l_4 \quad l_5 \quad l_6 \quad l_7 \dots l_{n-1} \end{array} \right\}$$

Рис. 2. Формула для расчёта множества ракурсов фрактального видео



Рис. 3. Последовательность фракталов – ключевых кадров расчётного видео *j*-го ракурса фильма ($j=1 \dots m$)

m – число ракурсов;

n – число ключевых кадров;

l_i ($i=1, \dots, n-1$) – число кадров фрактального фильма в отрезке между соседними ключевыми кадрами k_j^i и k_{j+1}^i .

Пример последовательности ключевых кадров – фракталов ракурса фрактального 3D фильма на основе ленточного раstra представлен на рис. 3.

Сюжетная фрактальная линия определяется параметрическими фракталами – картинками ключевых кадров, а ритм действий определяется временными отрезками между ключевыми кадрами.

Модель расчёта фрактального видео R для 3D фильма без очков на основе ленточного раstra

На рис. 4 представлена модель расчёта фракталов для одного кадра многоракурсного видео, где:

C_i – виртуальные камеры, количество которых равно числу вычисляемых ракурсов m ;

D – траектория перемещения камеры для получения каждого кадра многоракурсного видео;

H_i – расстояние от виртуальной камеры до 3D сцены ($i=1 \dots m$). Следует отметить, что чем дальше виртуальная камера от центра, тем больше у неё H_i ;

ΔH – глубина 3D сцены;

L – ширина 3D сцены, без учёта обрезки после кодирования;

l – ширина объекта в сцене;

ΔP_{max} – максимальное продольное смещение 3D сцены.

Расчёт параметров 3D фрактального видео на базе ленточного (линзового) раstra начинается с определения максимального числа ракурсов Nr_{max} .

Для просмотра результатов было использовано устройство для показа объёмного изображения без очков, разработанное в лаборатории визуализации изображений филиала НИКФИ АО ТПО «Киностудия им. М.Горького» на базе телевизора Thomson T39ED33HU. Число ракурсов, которое определяется исходя из разрешения этого телевизора (1920x1080 px), размера его диагонали (39 дюймов), используемого раstra (20 линз на дюйм), а также наклона линз этого раstra относительно экрана телевизора ($\arctg 1/3$), составляет 9 [25, 27].

При расчёте фракталов необходимо учитывать глубину сцены. В [22] отмечается, что при формировании кадров для стереоизображений глубина сцены ΔH должна быть не более 10% от расстояния наблюдения, и если глубина сцены превышает этот показатель, то возможно проявление негативных эффектов, таких как разрушение стереоэффекта, усталость глаз, головная боль. При уменьшении глубины сцены стереоэффект становится не столь выраженным, может исчезнуть совсем.

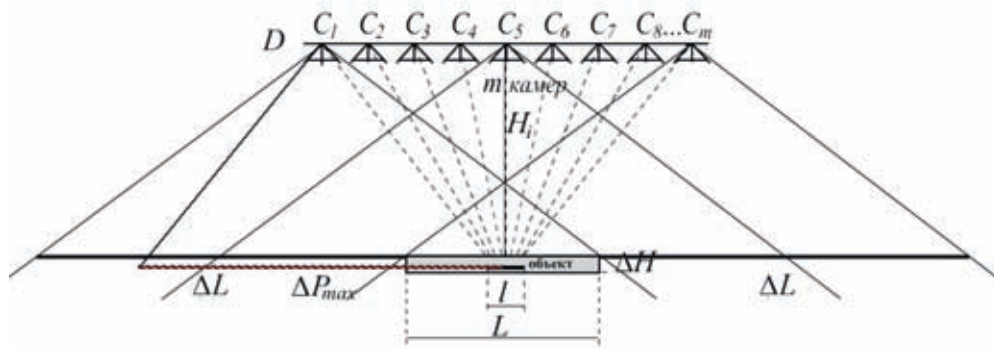


Рис. 4. Модель расчёта фракталов для многоракурсного безочкового видео

У предлагаемой технологии есть достаточно интересный побочный эффект: ракурсы каждого фрактального кадра могут быть использованы для создания 3D арт-объектов. Для печати кодированного фрактального изображения под вертикальный растр число ракурсов Nr_{max} вычисляется по формуле (1), где DPI – разрешение печати (количество полутоновых точек на дюйм), LPI – разрешение растра (количество цилиндрических линз на дюйм):

$$Nr_{max} = \frac{DPI}{LPI} \quad (1)$$

В таблице 1 представлена структура эксперимента по расчёту фрактального многоракурсного видео, где:

Табл. 1. Структура эксперимента по расчёту фрактального многоракурсного видео

$r \backslash k$	k_1^j	k_2^j	k_3^j	k_4^j	k_5^j	k_6^j	k_7^j	...	k_{n-9}^j
r_1	F_1^1	F_1^2	F_1^3	F_1^4	F_1^5	F_1^6	F_1^7	...	F_1^n
r_2	F_2^1	F_2^2	F_2^3	F_2^4	F_2^5	F_2^6	F_2^7	...	F_2^n
r_3	F_3^1	F_3^2	F_3^3	F_3^4	F_3^5	F_3^6	F_3^7	...	F_3^n
r_4	F_4^1	F_4^2	F_4^3	F_4^4	F_4^5	F_4^6	F_4^7	...	F_4^n
r_5	F_5^1	F_5^2	F_5^3	F_5^4	F_5^5	F_5^6	F_5^7	...	F_5^n
r_6	F_6^1	F_6^2	F_6^3	F_6^4	F_6^5	F_6^6	F_6^7	...	F_6^n
r_7	F_7^1	F_7^2	F_7^3	F_7^4	F_7^5	F_7^6	F_7^7	...	F_7^n
...
$r_{m=9}$	F_m^1	F_m^2	F_m^3	F_m^4	F_m^5	F_m^6	F_m^6	...	F_m^n

B

k_i^j – i -ый ключевой кадр j -го ракурса ($i=1 \dots n; j=1 \dots m$);
 $k_i^j = F_i^j$;
 F_i^j – фрактал i -го ракурса j -го ключевого кадра;
 r_j – j -ый ракурс; ($j=1 \dots m$).

В структуре фрактального многоракурсного видео строке A соответствует 2D фрактальное видео j -го ракурса (рис. 5, 6). Столбцу B соответствует множество параметрических фракталов для синтеза кадра, содержащего m ракурсов соответствующего кадра многоракурсного видео (рис. 7).

Модель расчёта фракталов для многоракурсного видео

Правила расчёта параметрических вариантов фракталов для синтеза кадров многоракурсного видео представлены в таблице 2, где: Δ_x^j – смещение фрактала по горизонтали, учитывающее удаление i -ой виртуальной камеры.

На рис. 5 показано совмещение смещённых по горизонтали фракталов первого ключевого кадра всех девяти ракурсов фрактального 3D фильма без очков «Башня» (столбец B в табл. 1) (совмещение кадров без кодировки).

Множество ракурсов фрактального видео R является набором исходных данных для последующей кодировки кадров для 3D фильма без очков на базе ленточного растра. Пример кодированного под растр кадра для кино представлен на рис. 6.

Ракурсные изображения фракталов каждого кадра являются как наборами для кодировки кадров 3D фильма без очков, так и основой для 3D статических изображений под растр. Количество 3D статических фрактальных изображений N_c равно количеству кадров фильма (2):

$$N_c = \sum_{i=1 \dots m-1} l_i$$

Табл. 2. Правила формирования параметрических вариантов фракталов для кадров многоракурсного видео

$r \backslash k$	k_1^j	k_2^j	...	k_n^j
r_2	$F_2^1 = F_1^1 + \Delta_x^2$	$F_2^2 = F_1^2 + \Delta_x^2$...	$F_2^n = F_1^n + \Delta_x^2$
r_3	$F_3^1 = F_1^1 + \Delta_x^3$	$F_3^2 = F_1^2 + \Delta_x^3$...	$F_3^n = F_1^n + \Delta_x^3$
r_4	$F_4^1 = F_1^1 + \Delta_x^4$	$F_4^2 = F_1^2 + \Delta_x^4$...	$F_4^n = F_1^n + \Delta_x^4$
...
r_m	$F_m^1 = F_{m-1}^1 + \Delta_x^m$	$F_m^2 = F_{m-1}^2 + \Delta_x^m$...	$F_m^n = F_{m-1}^n + \Delta_x^m$



Рис. 5. Демонстрация смещения по горизонтали девяти ракурсов (параметрических фракталов) первого ключевого кадра (столбец В) (совмещение кадров без кодировки). «Снято» на параллельных осях

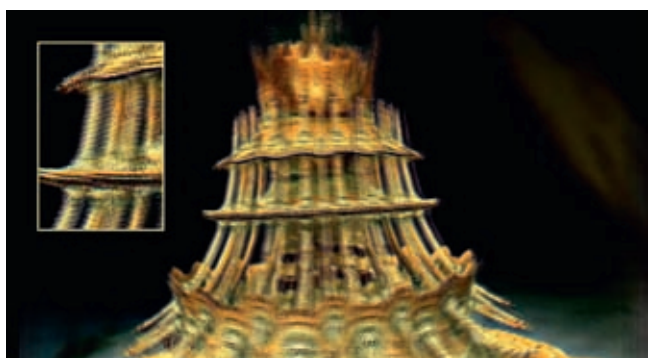


Рис. 6. Кодированный фрактальный кадр под наклонный лентикулярный растр (3D: кино, телевидение – без очков). Произведено совмещение всех ракурсов относительно выбранной на объекте точки, которая будет находиться в плоскости экрана

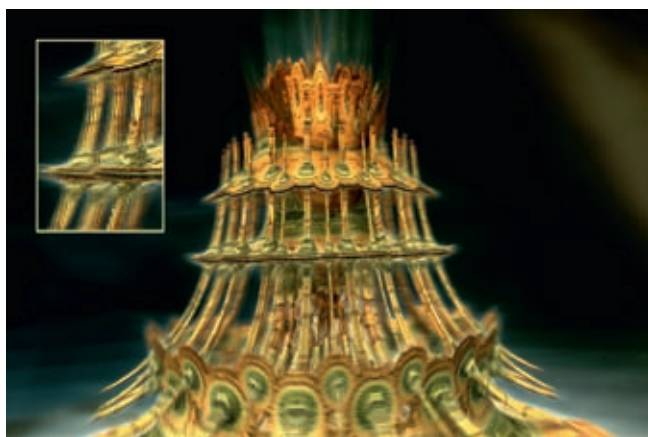


Рис. 7. Пример статической стереоскопической картины для печати на принтере с разрешением 600 линий на дюйм под вертикальный линзовый растр для просмотра без очков статического изображения

Каждый такой кадр можно напечатать на принтере как стереоскопическую картину, правда, как уже упоминалось, разрешение должно быть больше и количество ракурсов может быть другим, а для этого потребуется перерасчёт фрактала.

Пример кадра, ставшего 3D фрактальной картиной размером 20x30 см с разрешением 600 dpi, представлен на рис. 7.

Такие изображения (рис. 6,7) получают на следующем этапе создания 3D фрактального фильма без очков, который состоит в преобразовании рассчитанных фрактальных кадров в кодированные изображения, декодируемые затем при просмотре фильма на телевизоре, снабжённом соответствующим линзовым растром.

Для получения кодированных кадров для 3D кино и телевидения без очков используется следующая технология.

Технология преобразования кадров ракурсов фрактальных видео в 3D фрактальный фильм без очков

Когда необходимое количество кадров или фильмов готовы, их нужно объединить в один кодированный фильм, который может декодироваться растром. В нашем случае расчёт проводился для телевизора Thomson T39ED33HU с необходимым числом ракурсов – 9. Этот процесс можно осуществить в готовом видеоредакторе. Наиболее распространённым видеоредактором, позволяющим из матрицы фрактальных картинок или из m фильмов создать нужную параллакспанораграмму, который мы и выбрали, является Adobe Premiere Pro CS4 [23, 24]. Синтез фильма осуществляется в три этапа.

На первом этапе происходит синтез параллакспанораграммы. Этот процесс проще всего произвести с помощью масок прозрачности. Для этого нужно заранее заготовить необходимое количество чёрно-белых картинок – масок размером, равным размеру кадра фильма (в нашем случае – это 2320x1080 px), и запомнить их в несжатом виде, например, в BMP формате. Для девятиракурсного фильма такая маска для первого ракурса представляет собой чёрное поле, на котором в определённом месте находится белый квадрат, как показано на рис. 8. Следующая маска получается из первой путём смещения её на 1 пиксель вниз. Третья на два пикселя вниз. Четвёртая маска – это первая маска, но смещённая на пиксель влево. Пятая – четвёртая, смещённая на пиксель вниз, и т. д.

Фильмы размещаются в видеоредакторе Adobe Premiere Pro CS4 на timeline один над другим. После размещения фильмов и масок на timeline, к клипам фильмов нужно применить определённый фильтр. Этот фильтр должен выбрать из изображения соответствующего ракурса такие пиксели, которые с помощью растра сформируют изображение этого ракурса в той точке, в которой наблюдатель должен увидеть этот ракурс. Фильтры такого рода находятся в окне effects в папке Keying. Нужный фильтр называется ImageMatteKey – 1. Методом перетаскивания и отпуская переносим его на соответствующую дорожку – 2. Затем устанавливаем номер дорожки, на которой находится клип соответствующего ракурса, с помощью опции «Matte». И так поступаем со всеми девятью ракурсами. На рис. 9 показано окно проекта для рендеринга первого этапа синтеза про-

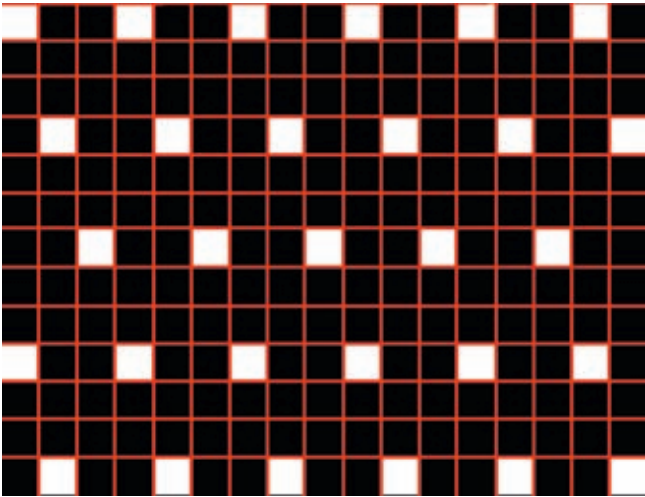


Рис. 8. Маски прозрачности

межуточного фильма, объединяющего все ракурсы в параллакспанораграмму. Просчитываем первый промежуточный фильм. На рис. 10 показан фрагмент одного из кадров фильма, сделанного на первом этапе синтеза.

Следующий этап в синтезе фильма под наклонный растр – это цветовое кодирование. Дело в том, что цвет на телевизорах синтезируется с помощью трёх субпикселей красного R, зелёного G и синего B. Они расположены в горизонтальный ряд. Причём порядок следования цветов может быть разным. Например, у компьютерного монитора ACER V173 порядок следования цветов – RGB (рис. 11), в то время как у телевизора Thomson T39ED33HU он обратный – BGR (рис. 12).

Это значит, что белая точка, которая синтезируется максимальной яркостью всех трёх цветов, растром разложится на три цвета, которые будут видны в разных местах зоны видения. То есть, наблюдатель вместо белой точки увидит цветную. Причём цвет этой точки будет меняться с изменением положения головы наблюдателя, а при просмотре изображения у объектов появляется цветное оконтуривание. Чтобы этого не происходило, все составляющие цвета каждой точки объекта в пространстве наблюдателя надо совместить. Благодаря наклону раstra на угол $\arctg(1/3)$, эта операция осуществима. Для этого зелёная составляющая изображения смещается на экране на один пиксель вниз или вверх в зависимости от наклона раstra и порядка следования RGB субпикселей (рис. 11,12), а синяя составляющая изображения, соответственно, смещается на два пикселя относительно красной составляющей в ту же сторону, что и зелёная составляющая изображения. Наблюдатель такого смещения не увидит, а изображение не будет иметь цветного оконтуривания. После проведения всех необходимых операций в видеоредакторе просчитываем второй промежуточный фильм. Фрагмент синтезированного изображения на этой стадии представлен на рис. 13. Несмотря на появившиеся цветные пиксели на этом рисунке в сравнении с рис. 10, изображение, сфор-

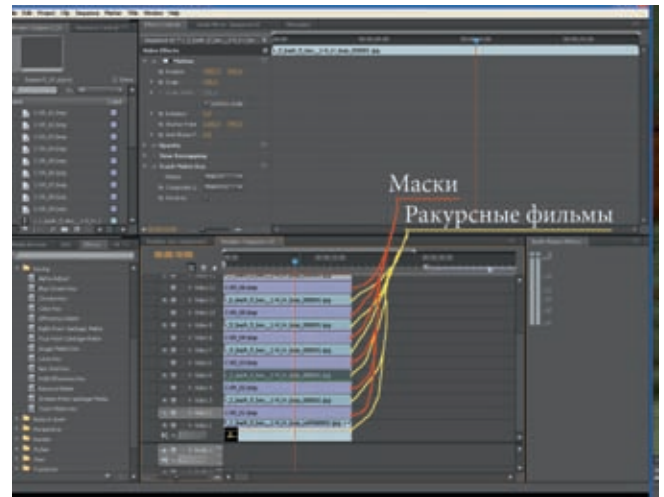


Рис. 9. Одноракурсные фильмы с масками для фильтра AdobePremiereProCS4

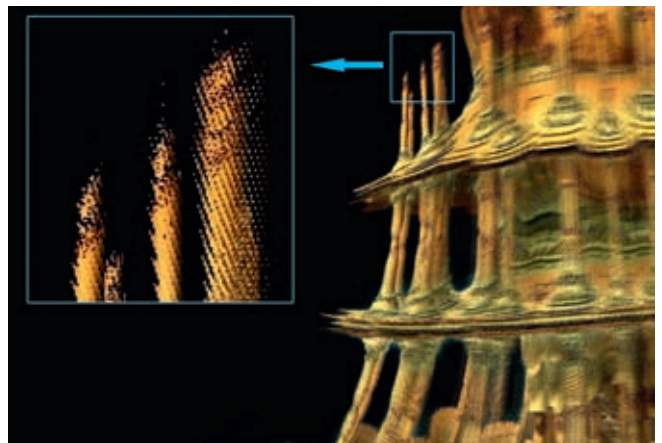


Рис. 10. Фрагмент изображения башни на первом этапе синтеза

мированное на экране телевизора Thomson T39ED33HU и декодированное наклонным растром, не будет иметь цветных ореолов.

Для увеличения глубины воспроизводимого пространства и увеличения чёткости конечного изображения производится «увеличение резкости». Эта операция производится с помощью фильтра «нерезкая маска» (Unsharp mask). Радиус (Radius) и величина увеличения контраста (Amount) подбирались экспериментально по наилучшему качеству изображения. Увеличение глубины происходит за счёт улучшения сепарации соседних ракурсов, так как применяемая для увеличения резкости функция заключается в увеличении контрастности мелких деталей изображения. Это показано на рис. 14, где видно, что отдельные пиксели стали более контрастными по сравнению с рис. 13.

Для того чтобы не потерять информацию об объёме, промежуточные и окончательный фильмы считаются в несжатом формате Uncompressed Microsoft AVI с прогрессивной развёрткой – 25р. Так как поток чтения информации при воспроизведении фильма получается весьма большой $1920 \times 1080 \times 3 \times 25 = 150 \text{ MB/sec}$, то к

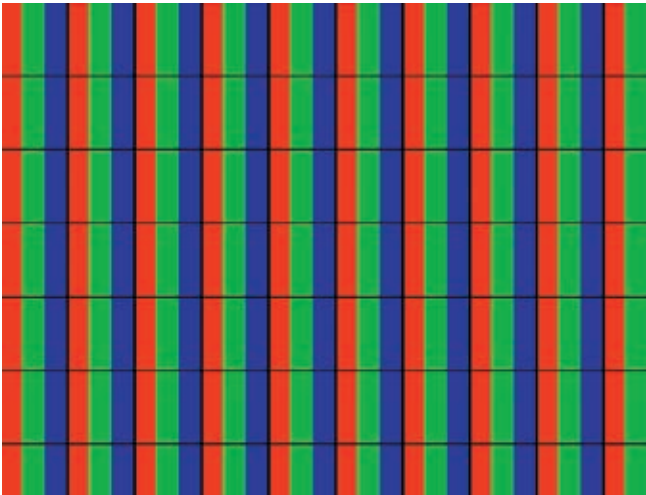


Рис. 11. Порядок следования субпикселей в компьютерном мониторе ACER V173

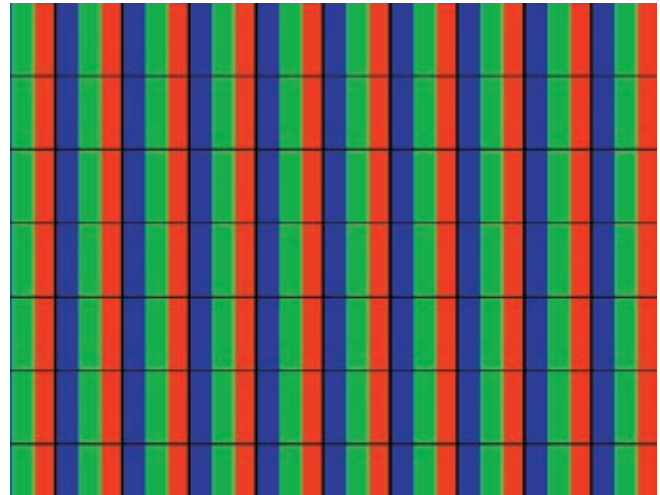


Рис. 12. Порядок следования субпикселей в телевизоре Thomson T39ED33HU

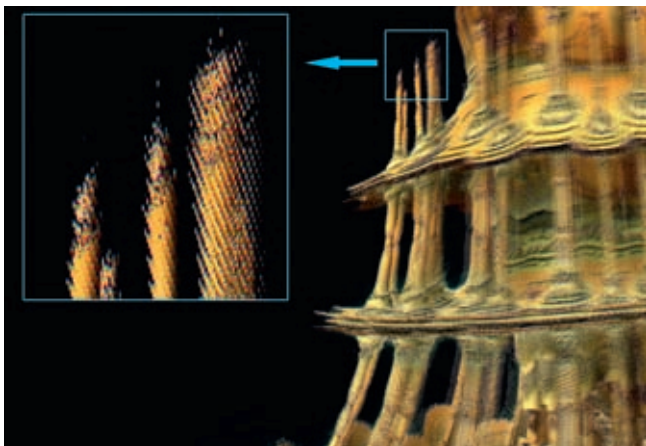


Рис. 13. Фрагмент изображения башни после цветового кодирования на втором этапе синтеза

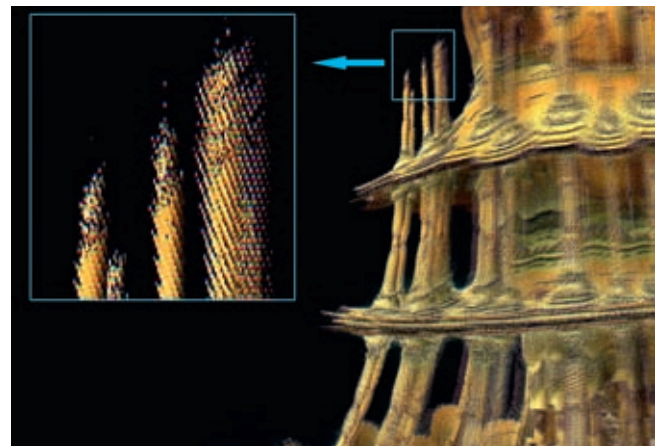


Рис. 14. Фрагмент изображения башни после «увеличения резкости» на втором этапе синтеза



Рис. 15. Кадр из фильма «Башня» на безочковом 3D телевизоре

жестким диском предъявляются высокие требования по скорости чтения. Для того чтобы гарантированно обес-

печить показ фильма без задержек, воспроизводить его следует с параллельного RAID массива, состоящего из трёх дисков со скоростью не менее 50 MB/sec.

Эксперимент. 3D фрактальный фильм «Башня» с использованием лентичулярных растров

Описанная методика была апробирована при создании 3D фрактального фильма «Башня» со следующими параметрами:

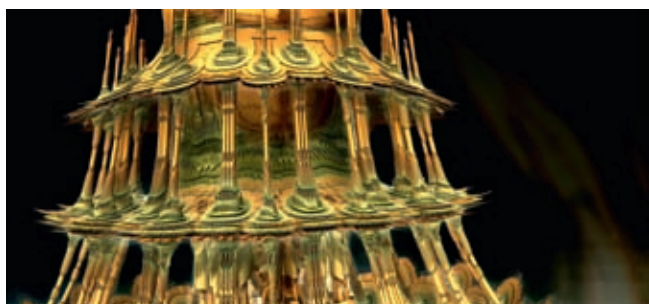
- размер кадра фильма 1920x1080 px;
- размер рассчитываемых параметрических фракталов (кадров) «Башня» – 2320x1080 px (ширина кадра увеличена из-за учёта обрезки кадра при кодировке);
- количество ракурсов $m=9$;
- количество ключевых кадров в ракурсе $n=9$; ключевые кадры (параметрические фракталы) показаны на рис. 16;
- количество кадров между соседними ключевыми кадрами $l=50$;
- количество кадров в фильме – 450; фильм зациклен, может демонстрироваться как арт-объект;



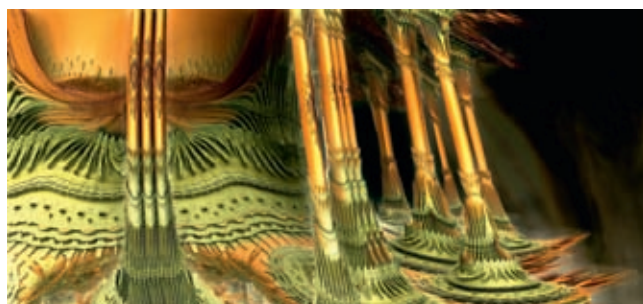
F_1^1 : ракурс 1, 1-й кадр фильма, первый ключевой кадр $k_1^1, I_1=50$



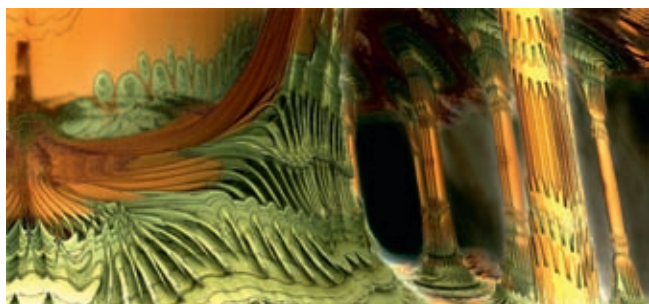
F_1^2 : ракурс 1, 51-й кадр фильма, второй ключевой кадр $k_2^1, I_1=50$



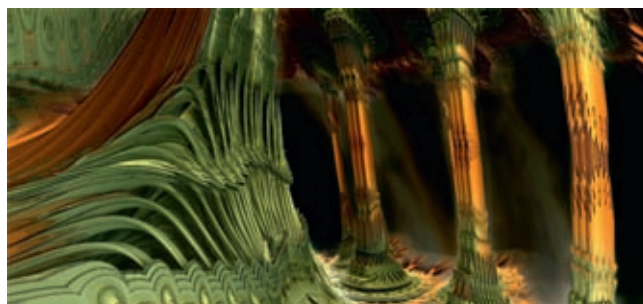
F_1^3 : ракурс 1, 101-й кадр фильма, третий ключевой кадр $k_3^1, I_1=50$



F_1^4 : ракурс 1, 151-й кадр фильма, четвертый ключевой кадр $k_4^1, I_1=50$



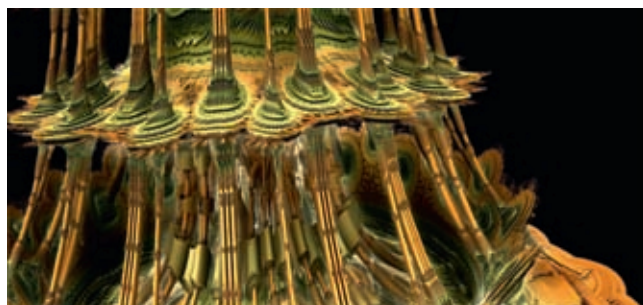
F_1^5 : ракурс 1, 201-й кадр фильма, пятый ключевой кадр $k_5^1, I_1=50$



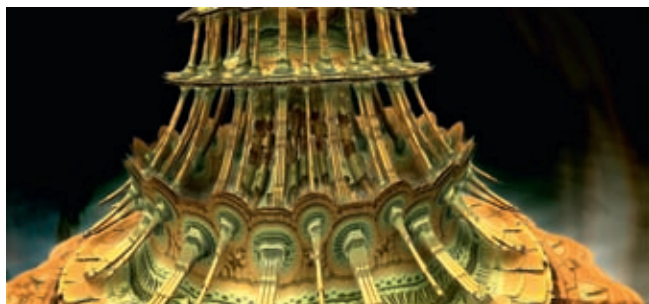
F_1^6 : ракурс 1, 251-й кадр фильма, шестой ключевой кадр $k_6^1, I_1=50$



F_1^7 : ракурс 1, 301-й кадр фильма, седьмой ключевой кадр $k_7^1, I_1=50$



F_1^8 : ракурс 1, 351-й кадр фильма, восьмой ключевой кадр $k_8^1, I_1=50$



F_1^9 : ракурс 1, 401-й кадр фильма, девятый ключевой кадр $k_9^1, I_1=50$



Ракурс 1, 450-й кадр фильма, последний кадр (зацикливание видео)

Рис. 16. Ключевые кадры 3D фрактального фильма «Башня», ракурс 1

– время демонстрации фильма со скоростью 25 кадров в секунду – $450:25 = 18$ секунд;

– время моделирования фрактальных кадров одного ракурса (450 кадров) составляет, в среднем, 15–17 часов на компьютере с 32-х ядерным процессором.

Для просмотра результатов было использовано устройство на базе телевизора Thomson T39ED33HU, разработанное в лаборатории визуализации изображений филиала НИКФИ АО ТПО «Киностудия им. М.Горького». Исходное разрешение телевизора 1920x1080. Размер его диагонали составляет 39 дюймов. Растр 20 линз на дюйм, наклонённый относительно экрана телевизора на угол ($\arctg 1/3$), что составляет примерно 18 градусов, располагался на расстоянии 12 мм от экрана телевизора. Зона наблюдения, находившаяся на расстоянии трёх метров от экрана телевизора, имела размер 300 мм. Пример изображения из фрактального фильма приведён на рис. 15. На экране наблюдалось объёмное изображение фрактала «Башня».

Глубина объёмного изображения с достаточно приемлемым качеством составила 0,3–0,4 м в предэкранном пространстве и около 0,4 м в заэкранном.

Заключение

На основании обзора и анализа растровых автостереоскопических методов показа стереоизображений, а также с учётом развития информационных технологий и актуальностью развития безочковой 3D визуализации в кино и на телевидении, в статье предложен новый подход в развитии трёхмерного кино без очков, а точнее, методика создания с помощью математики и компьютерных программ фантастических, фрактальных, графических сред и миров, основы для кодировки под лентичулярный растр.

Рассмотрены особенности фрактальных 3D видео без очков.

Разработан алгоритм процесса создания фрактального 3D фильма без очков с возможным последующим развитием технологии.

Подробно рассмотрены технологии фрактального модуля. В основе фрактального модуля – фрактальная математика, композиция фракталов и информационные технологии.

Дано определение сценария и параметров фрактального 3D фильма.

Предложена модель расчёта фрактального видео для 3D фильма без очков на основе лентичулярного растра.

Предложена модель расчёта параметрических фракталов, учитывающая положение виртуальных камер при формировании многокурсного стереоизображения.

Рассмотрена технология преобразования кадров ракурсов фрактальных видео в 3D фрактальный фильм без очков.

Описан эксперимент – 3D фрактальный фильм «Башня» с использованием лентичулярных растров для автостереоскопических систем. Эксперимент проведён в лаборатории визуализации изображений филиала НИКФИ АО ТПО «Киностудия им. М. Горького».

Фрактальное 3D видео даёт возможность создания на кино- и телеэкране новых миров и фантастических реальностей, которые могут стать не только фоновой, но и сюжетной основой для фильмов будущего, а новейшие кино- и телетехнологии предоставляют зрителю возможность максимального погружения в эти виртуальные реальности при просмотре 3D кинофильмов без очков. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. *Валюс Н.А.* Растровая оптика / Н.А. Валюс. – М.: Гос. изд-во технико-теорет. лит-ры, 1949. – 470 с.
2. *Валюс Н.А.* Стереоскопия / Н.А. Валюс. М.: АН СССР, 1962. – 580с.
3. *Дудников Ю.А., Рожков Б.К.* Растровые системы для получения объёмных изображений. Ленинград «Машиностроение». Ленинградское отделение, 1986.
4. *Валюс Н.А.* Растровые оптические приборы / Н.А. Валюс. – М., 1966. –205 с.
5. *Иванов С.П., Андриевский А.Н.* «Проекционный экран», Авторское свидетельство СССР 81626 (1943).
6. *Митилино С.* Трёхмерные дисплеи. Обзор технологий. [Электронный ресурс]. Режимдоступа:http://itc.ua/articles/trehmernye_displei_obzor_tehnologij_7438, свободный.
7. *Валюс Н.А.* Стерео фотография. Стерео кино. Стерео телевидение / Н.А. Валюс. – М.: Искусство, 1986.
8. Autostereoscopic display with eye tracking / T.Tomono et al. // Proceedings of SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX. – 2002. – Vol. 4660. – P. 266 – 274.
9. *Попов Н.С.* Видеосистема РС. БХВ-Петербург, Арлит, 2000.
10. VR-шлемы и системы стереовидения. Часть 4.1 Мониторы и

BIBLIOGRAPHY

1. *Valyus N.A.* Rastrovaya optika / N.A. Valyus. – M.: Gos. izd-vo tehniko- teoret. lit-ryi, 1949. – 470 p.
2. *Valyus N.A.* Stereoskopiya / N.A. Valyus. M.: ANSSSR, 1962. – 580 p.
3. *Yu. A. Dudnikov, B. K. Rozhkov.* Rastrovyie sistemy dlya polucheniya ob'emnykh izobrazheniy. Leningrad «Mashinostroenie». Leningradskoe otdelenie, 1986.
4. *Valyus N.A.* Rastrovyie opticheskie pribory / N.A. Valyus. – M., 1966. –205 p.
5. *Ivanov S.P., Andrievskiy A.N.* «Proektsionnyiy ekran», Avtorskoe svidetelstvo SSSR 81626, (1943).
6. *C. Mitilino.* Trehmernyie displei. Obzor tehnologiy. [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa: http://itc.ua/articles/trehmernye_displei_obzor_tehnologij_7438, svobodnyiy.
7. *Valyus N.A.* Stereo fotografiya. Stereo kino. Stereo televidenie / N.A. Valyus. – M.: Iskusstvo, 1986.
8. Autostereoscopic display with eye tracking / T.Tomono et al. // Proceedings of SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX. – 2002. – Vol. 4660. – P. 266–274.
9. *Popov N.S.* VideosistemaRS. BHV-Peterburg, Arlit, 2000.
10. VR-shlemy i sistemy stereovideniya. Chast 4I Monitory i pro-

- проекторы – 3DNews – DailyDigitalDiges [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/display/vr-hat-4/>, свободный.
11. Растровый экран / Овсянникова Н.А. // Киномеханик – 2000. – N 6. – С. 18–25.
 12. Characterisation and Optimisation of 3D-LCD Module Design / C. van Berkel and J.A. Clarke // Proc SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III. – 1997. – Vol. 3012. – P. 179 – 186.
 13. *C. van Berkel, Clarke J.* Autostereoscopic display apparatus. US Pat. No. 6,064,424, May 2000.
 14. Multi-view LCD Display / *C. van Berkel, D.W. Parker, A.R. Franklin* // Proc SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III. – 1996. – Vol. 2653. – P. 32–39.
 15. Трёхмерный дисплей: выбор реализуемых и перспективных технических решений / В.А. Ежов // Киномеханик. – 2006. – № 10. – С. 16–26.
 16. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. – М.: «Институт компьютерных исследований», 2002.
 17. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD>
 18. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%82>
 19. *Колмогоров А.Н.* Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987. – 304 с.
 20. *Трубочкина Н.К.* Новый промышленный дизайн и технологии, как результат математическо-компьютерных фрактальных исследований // Качество. Инновации. Образование. 2012. Т. 84. №5. С. 76–82.
 21. *Трубочкина Н.К., Лиховцева А.В.* Методика синтеза трёхмерных фрактальных видео для видео-арта, телевидения и очкового стереокино // МТК – 2015. – №2 (36). – С. 11–18.
 22. *Никитин В.Н.* Разработка технологии стереографического отображения картографической информации на основе лентичулярных растров. Сибирская государственная геодезическая Академия (СГГА), Новосибирск, <http://www.stereoart.ru/pg.php?page=paperlp0022.html>
 23. *Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В.* Цифровой синтез многокурсных стереоскопических изображений для безочковой растровой демонстрации // МТК – 2012. – № 2 (24). – С. 21–25.
 24. *Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В.* Особенности формирования объёмного изображения в цифровом стереоскопическом кинематографе // МТК – 2011. – № 2 (20). – С. 4–8.
 25. *Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В.* Разработка технологии изготовления модифицированных линзовых растров с использованием отверждаемой иммерсионной композиции // МТК – 2015. – № 2 (36). – С. 2–10.
 26. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB>
 27. *Елхов В.А., Кондратьев Н.В., Овечкис Ю.Н., Паутова Л.В., Дик М.А.* Автостереоскопический дисплей на базе бытового жидкокристаллического телевизора // МТК – 2014. – №1 (31). – С. 3–9.
 - ektoryi – 3D News – Daily Digital Diges [Elektronnyiy resurs]. – Rezhim dostupa:<http://www.3dnews.ru/display/vr-hat-4/>, svobodnyiy.
 11. Rastrovyyiy ekran / N. Ovsyannikova // Kinomehanik – 2000. – N6. – P. 18–25.
 12. Characterisation and Optimisation of 3D-LCD Module Design / C. van Berkel and J.A. Clarke // Proc SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III. – 1997. – Vol. 3012. – P. 179–186.
 13. *C. van Berkel, Clarke J.* Autostereoscopic display apparatus. US Pat. No. 6, 064, 424, May 2000.
 14. Multi-view LCD Display / C. van Berkel, D.W. Parker, A.R. Franklin // Proc SPIE. Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III. – 1996. – Vol. 2653. – P. 32–39.
 15. Trekhmernyy display: vyibor realizuemyih i perspektivnyih tehnicheskikh resheniy / B.A. Ezhov // Kinomehanik - 2006. – № 10. – P. 16–26.
 16. *Mandelbrot B.* Fraktalnaya geometriya prirody. — M.: «Institut kompyuternyih issledovaniy», 2002.
 17. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD>
 18. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%82>
 19. *Kolmogorov A.N.* Teoriya informatsii i teoriya algoritmov. M.: Nauka, 1987. – 304 p.
 20. Trubochkina N.K. Novyyiy promyishlennyiy dizayn i tehnologii, kak rezultat matematicheskoy-kompyuternyih fraktalnyih issledovaniy // Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie. 2012. V. 84. N5. P. 76–82.
 21. *Trubochkina N., Lihovtseva A.* The technique of synthesis of three-dimensional fractal video for video art, television and glasses-based stereoscopic cinema // WTC – 2015. – N2 (36). – P. 11–8.
 22. *Nikitin V.N.* Razrabotka tehnologii stereograficheskogo otobrazheniya kartograficheskoy informatsii na osnove lentichulyarnyih rastrov. Sibirskaya gosudarstvennaya geodezicheskaya akademiya (SGGA), Novosibirsk, <http://www.stereoart.ru/pg.php?page=paperlp0022.html>.
 23. *Elkhov V.A., Kondratiev N.V., Ovechkis Yu.N., Pautova L.V.* Digital synthesis of multivewing stereoscopic images for autostereoscopic raster demonstration // WTC – 2012. – N2 (24). – P. 21–25.
 24. *Elkhov V.A., Kondratiev N.V., Ovechkis Yu.N., Pautova L.V.* Features of the stereoscopic image formation in a digital 3D cinema // WTC – 2011. – N2 (20). – P. 4–8.
 25. *Elkhov V.A., Kondratiev N.V., Ovechkis Yu.N., Pautova L.V.* Development of technology for manufacture of modified lens rasters using immersion cured compositions //WTC – 2015. – N2 (36). – P. 2–10.
 26. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB>
 27. *Elkhov V.A., Kondratiev N.V., Ovechkis Yu.N., Pautova L.V., Dick M.* Autostereoscopic displays based on the domestic LCD TV // WTC – 2014. – N1 (31). – P. 3–9.



Тенденции изменения технического качества стереокино – 5 ЛЕТ ПОСЛЕ «АВАТАРА»



Д.С. Ватолин, к.т.н., А.А. Боков, аспирант, А.А. Фёдоров, аспирант,
dmitriy@graphics.cs.msu.ru; МГУ им. М.В. Ломоносова

Аннотация

Когда речь заходит про контроль качества стерео с использованием объективных метрик, то сразу возникает вопрос: «какое-то конкретное значение метрики – это много или мало»? Как показали наши эксперименты, действительно, если смонтировать фильм из сцен с худшими значениями метрик из нескольких фильмов, то большинству просмотревших его зрителей головная боль гарантирована. Но, к сожалению, такой эксперимент не отвечает на поставленный вопрос, констатируя лишь наличие головной боли на этих сценах. Чтобы получить частичный ответ, нашей лабораторией произведён масштабный анализ более 100 фильмов, вышедших на Blu-ray 3D по 10 различным характеристикам, что позволило, с одной стороны, получить достаточную тестовую базу для того, чтобы сравнивать между собой фильмы и хотя бы относительно ответить количественно на вопрос о конкретных порогах, а с другой стороны, очень наглядно показало тенденции изменения технического качества стерео за последние годы.

Ключевые слова: стереоскопическое видео, контроль качества стерео, параллакс, перепутанные ракурсы, перекрёстные помехи стерео, геометрические искажения, сдвиг во времени.

Введение

Переход от 2D-видео к 3D-видео породил новые проблемы в области оценки качества видео. Некоторые из этих проблем описаны в работе [1]. Новые проблемы возника-

THE TRENDS IN TECHNICAL QUALITY OF STEREOSCOPIC MOVIES – 5 YEARS AFTER «AVATAR»

D. Vatin, dmitriy@graphics.cs.msu.ru, A. Bokov, A. Fedorov

Abstract

When it comes to the quality control of stereoscopic video using objective metrics, the question that immediately arises is «some specific metric value - is it good or bad?» As our experiments showed, if you put the scenes with the worst values of the metrics in one movie, the most of its viewers will have a headache. But, unfortunately, this experiment doesn't answer the question, confirming only that these scenes can cause headache. To get a partial answer, our laboratory made a large analysis of more than 100 movies, released on Blu-ray 3D, by 10 different characteristics. This allowed on one hand to obtain sufficient test database in order to compare movies with each other and even give a preliminary quantitative answer to the question on specific thresholds, on the other hand this analysis clearly showed the trends in the technical quality of the stereoscopic video in recent years.

Keywords: stereoscopic video, quality assessment, parallax, depth budget, channel.

ют на различных этапах производства и при показе фильма: при создании стереовидеоматериалов (съёмка и конвертация), на стадии обработки и добавлении эффектов, при кодировании/декодировании и синтезе изображений

Табл. 1. Некоторые фильмы, которые выделены на последующих рисунках и графиках, для удобства оценки общих тенденций изменения качества

Название фильма	Дата выхода	Бюджет, млн. долл.	Бюджет к минуте, тыс. долл./мин.
Step Up 3D	Август 2010	30	280
Step Up Revolution	Июль 2012	33	333
Resident Evil: After life	Сентябрь 2010	60	618
Resident Evil: Retribution	Сентябрь 2012	65	677
The Amazing Spider-Man	Июнь 2012	230	1691
Stalingrad	Октябрь 2013	30	229

для определённого устройства отображения, при показе в кинотеатре или при просмотре на пользовательском оборудовании. Более подробные классификации вопросов качества 3D видео представлены в работе [2].

Данная работа является продолжением многолетнего проекта, разработки метрик качества для отснятых [3, 4] и конвертированных [5] стереофильмов. Также в прошлых работах рассмотрены проблемы, присущие обоим классам фильмов [4, 6]. Создание метрик для автоматической оценки качества позволило провести масштабный анализ технического качества более 100 фильмов по 10 метрикам качества. Результаты этого анализа позволяют не только сравнивать фильмы, но и очень наглядно показывают тенденции развития области.

Проделанная работа

В качестве источника стереофильмов были выбраны диски Blu-ray 3D, поскольку фильм на них занимает 25–50 Гб, что позволяет работать с качественной копией и полностью снимает вопросы потерь при сжатии, которые в данном случае становятся несущественными с точки зрения необходимого нам анализа. Даже на потерю резкости, как показали проведённые эксперименты, сжатие фильмов при таких размерах файлов ощутимого влияния не оказывает.

К сожалению, обратной стороной медали оказался значительный размер, занятый распакованными фильмами, а также потребовавшееся на расчёт время. Для проведения работ был установлен дисковый RAID-массив на 24 Тб, на котором хранились исходные данные и сохранялись результаты метрик, в том числе, и их визуализации.

Прогон одного фильма на 3–4 компьютерах занимает около недели. Чтобы процесс не растянулся на годы, был создан кластер из 17 счётных машин. Также была проведена оптимизация скорости работы наиболее медленных метрик. Эти меры в совокупности позволили провести анализ технического качества 105 фильмов по 10 метрикам качества примерно за полгода. В дальнейшем (с увеличением мощности компьютеров, увеличением размера кластера, пропускной способности сети и скорости метрик) можно будет увеличить скорость подобного анализа в разы.

В представленной работе будут показаны результаты метрик по всем 105 фильмам. Для удобства оценки общих тенденций на рисунках и графиках отдельно выделены несколько фильмов, которые представлены в таблице 1. Пары фильмов «Step Up» и «Resident Evil» позволяют оценить, как изменилось техническое качество эквивалентных фильмов при бюджетах в районе 300 и 600 тысяч долларов за минуту фильма. «The Amazing Spider-Man» (Новый человек-паук) позволяет оценить качество блокбастера, а «Stalingrad» (Сталинград) – качество относительно низкобюджетного фильма.

Начнём описание результатов с анализа видимой глубины фильмов. На рис. 1 показана средняя видимая глубина переднего и заднего краёв сцены в процентах от ширины экрана. Отрицательные значения соответствуют «вылету» объектов перед экраном, ноль – уровень экрана и, наконец, положительные значения – объектам за экраном. Положительный параллакс в 1% при ширине экрана в 6,5 м соответствует расстоянию 6,5 см между видимыми правым и левым глазом объектами, что при таком размере экрана соответствует видимой бесконечности. Для сравнения приведены пунктирные линии, соответствующие уровню «Аватара», и сплошные кривые, соответствующие 50% и показывающим тренд.

На рис. 1а и по фильмам, и по линиям тренда хорошо видно, что видимая глубина фильмов плавно уменьшалась до весны 2012 года, после чего выросла, но весьма незначительно. Это связано, во-первых, с большим количеством исков к кинотеатрам и студиям из-за головной боли, что заставило придерживаться более консервативных стандартов, а во-вторых, что даже важнее, с желанием сохранить 3D эффект фильма в залах с большим экраном. Последнее, что позволяет удержать зрителя от просмотра фильмов на домашних телевизорах, на которых такие фильмы выглядят «плоско».

Также на рис. 1а видно, что конвертированные в 3D фильмы, в среднем, имеют меньшую видимую глубину, однако легко заметить, что нередко встречаются и снятые фильмы, видимая глубина которых в 3–5 раз меньше, чем у некоторых конвертированных фильмов.

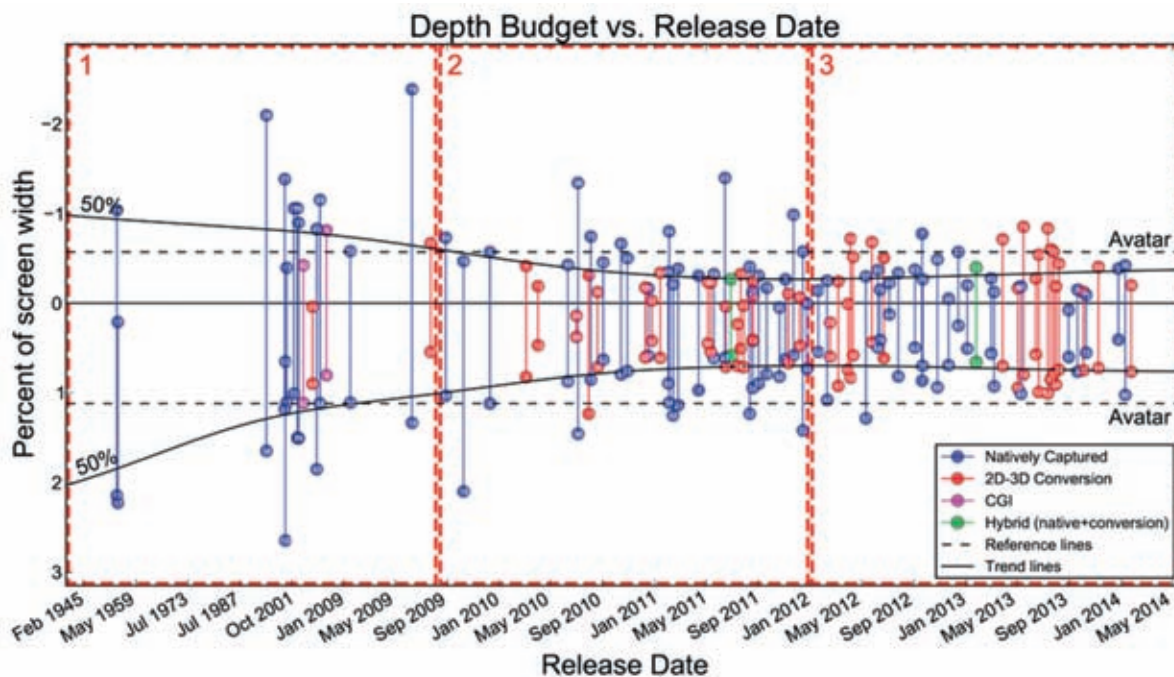


Рис. 1а. Зависимость видимой глубины фильма от даты выпуска. Для каждого фильма представлены средние значения параллакса переднего и заднего краёв сцены в % от ширины экрана. Для сравнения приведены пунктирные линии, соответствующие уровню «Аватара», и сплошные кривые, соответствующие 50% и показывающим тренд

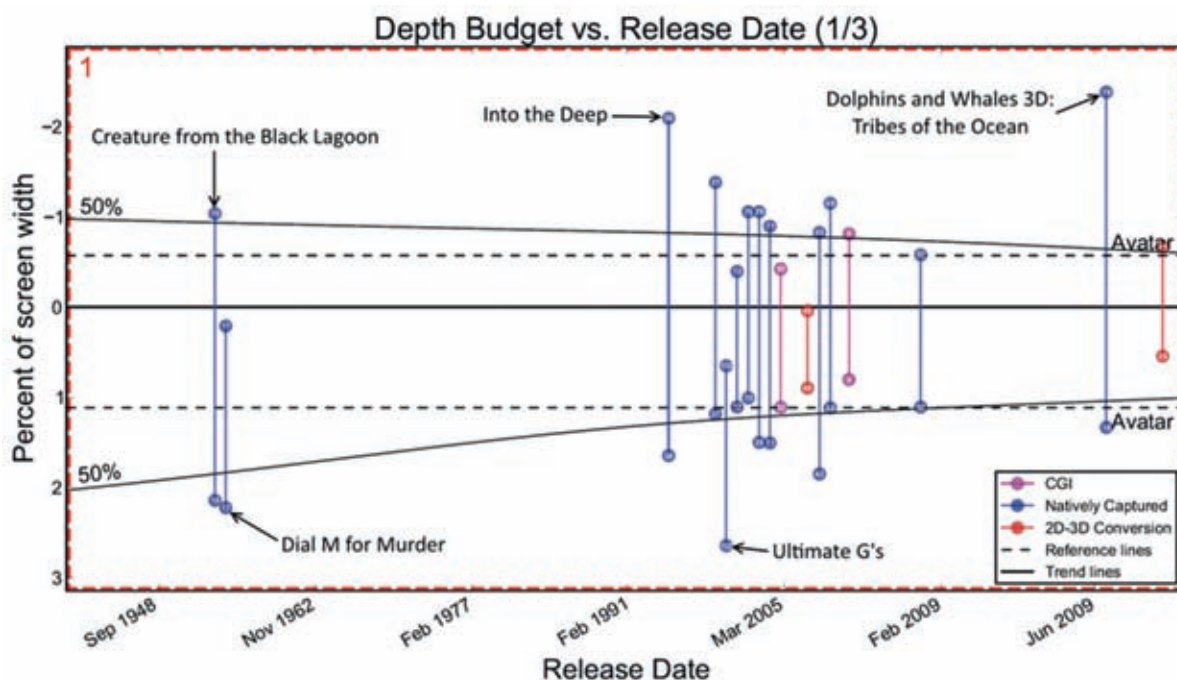


Рис. 1б. Зависимость видимой глубины фильма от даты выпуска. Увеличенная первая часть графика из рис. 1а. Для сравнения приведены пунктирные линии, соответствующие уровню «Аватара», и сплошные кривые, соответствующие 50% и показывающим тренд

Рассмотрим детально первую треть графика (рис. 1б). На графике показано, что фильмы-рекордсмены по «вылету» в предэкранное пространство среди всех 105 фильмов, это «Into the Deep» (в русском переводе «Жизнь глубин») и «Dolphins and Whales 3D: Tribes of the Ocean» (Дельфины и киты 3D). Причина

в том, что в обоих фильмах присутствует большое количество сцен, содержащих подводную съёмку, которая позволяет с заметно меньшим дискомфортом делать большие вылеты, поскольку отжимающий эффект рамки экрана в таких фильмах кардинально меньше.

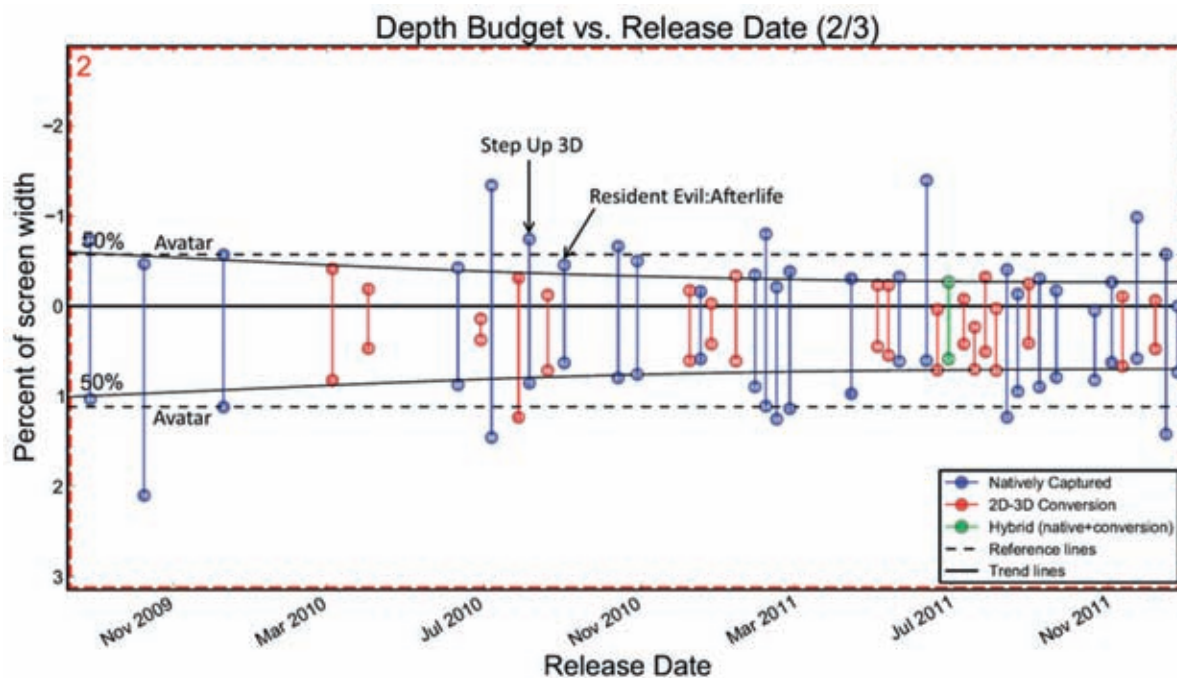


Рис. 1в. Зависимость видимой глубины фильма от даты выпуска. Увеличенная вторая часть графика из рис. 1а. Для сравнения приведены пунктирные линии, соответствующие уровню «Аватара», и сплошные кривые, соответствующие 50% и показывающим тренд

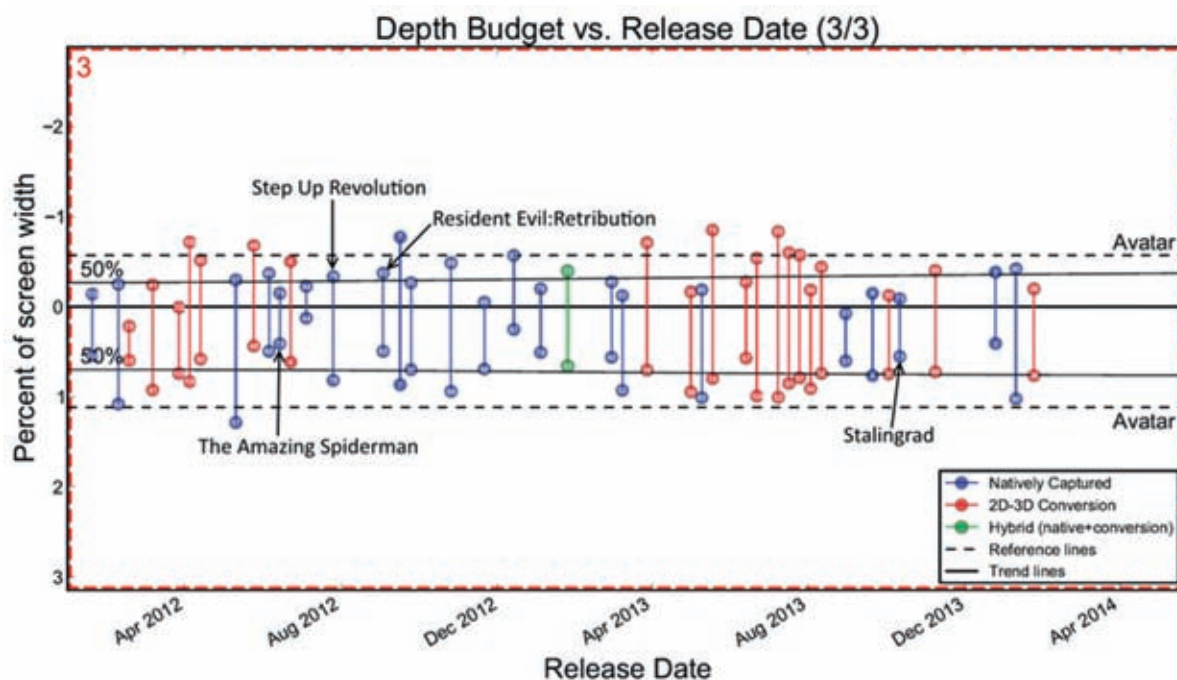


Рис. 1г. Зависимость видимой глубины фильма от даты выпуска. Увеличенная третья часть графика из рис. 1а. Для сравнения приведены пунктирные линии, соответствующие уровню «Аватара», и сплошные кривые, соответствующие 50% и показывающим тренд

На рис. 1в показано, что вышедший в декабре 2009 года «Аватар», сборы которого составили 2,7 миллиардов долларов, вызвали волну заметно менее качественных и, как видно по графику, «менее трёхмерных» фильмов. При этом отметим, что видимая глубина первых «Step Up» и «Resident Evil», в целом, незначительно меньше «Аватара».

На рис. 1г показано, что вышедшие в 2012 сиквелы «Step Up» и «Resident Evil» стали примерно на 15–20% «более плоскими», повторяя общую тенденцию. При этом «Stalingrad» примерно в 2,2 раза «более плоский», чем «Аватар», а «The Amazing Spider-Man» (Новый Человек-паук) – наиболее дорогой фильм из выделенных нами – в 2,5 раза.

На текущий момент подавляющее большинство рядовых зрителей не знают, что видимая глубина зависит от размера экрана. Также напомним, что анализировались Blu-ray диски, предназначенные для просмотра на домашнем экране 3D телевизора. Просмотр фильмов с небольшой видимой глубиной на небольших домашних экранах внёс заметный вклад в массовое разочарование в 3D фильмах в целом.

Перепутанные ракурсы

Одной из наиболее болезненных проблем стерео, вызывающих желание немедленно снять очки, являются перепутанные ракурсы. Группе исследователей под руководством авторов удалось, насколько нам известно, первыми получить практическую по скорости работы метрику, позволяющую находить перепутанные ракурсы в фильмах. Но даже относительно «быстрый» алгоритм потребовал более трёх месяцев для проведения подсчёта 105 фильмов. Также сохраняется необходимость ручной проверки результатов работы. В итоге было найдено 65 сцен в 23 фильмах, т.е. вероятность встретить фильм, содержащий хотя бы одну сцену с перепутанными ракурсами на Blu-ray 3D, составляет около 22%.

Большой интерес представляют тенденции – вероятность встретить фильм, содержащий хотя бы одну такую сцену по годам (рис. 2).

Хорошо видно, что в фильмах до 2000 года такие проблемы встречались, но довольно редко. Среди 15 фильмов 2001–2009 года таких фильмов всего 4 (что составляет 27%), а среди 17 фильмов 2010 года уже 7, т.е. 41%. Характерно, что далее ситуация начала быстро исправляться и среди 21 фильма 2013 года такой фильм только один (менее 5%). Можно говорить о том, что достигнут уровень в разы лучше, чем был ранее, а с использованием автоматизированных средств контроля появляется возможность полностью исключить перепутанные ракурсы из финальных версий фильмов.

Также нами были проведены субъективные исследования [ссылка на GT-3], в рамках которых 59 человек посмотрели получасовой фильм со всеми 65 найденными сценами в контексте правильных сцен, что позволило оценить заметность отдельных сцен. На рис. 3 видно, что после всплеска 2010 года количество заметных перепутанных ракурсов в фильмах практически сошло к нулю, хотя отдельные некачественные фильмы ещё встречаются.

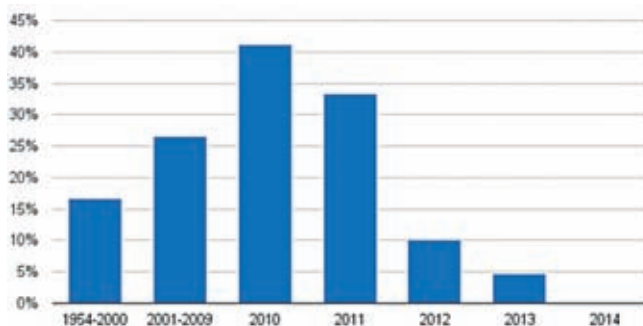


Рис. 2. Количество фильмов по годам, в которых присутствует хотя бы одна сцена с перепутанными ракурсами

В контексте тенденций сравним процент фильмов с перепутанными ракурсами на Blu-ray и на просмотре фильмов на Московском стереокинофестивале 2014 года (таблица 2).

Понятно, что прямое сравнение не очень корректно, поскольку в фестивальной программе немало любительских фильмов. С другой стороны, средняя продолжительность фильмов фестиваля заметно меньше. Тем не менее, можно констатировать, что процент фильмов с фестиваля, содержащих сцены с перепутанными ракурсами, больше в 2–3 раза, а количество сцен с перепутанными ракурсами больше в 4–20 раз. К положительным тенденциям следует отнести снижение процента фильмов, содержащих такие сцены, примерно в 4 раза, при общем увеличении числа фильмов.

Тенденции метрик качества по годам

Как уже было проиллюстрировано выше, кассовые сборы «Аватара» в 2,7 миллиарда долларов привели к следующим негативным последствиям:

- Для съёмок в 3D не хватало качественного оборудования.
- Катастрофически не хватало людей, обученных как отдельным моментам техпроцессов при съёмке в стерео, так и понимающих весь процесс. Как следствие, появилось много людей, декларирующих опыт в стерео, но реально им не обладающих.
- Многие фильмы, сделанные в стерео в 2010 году и, отчасти, в 2011, снимались в спешке успеть заработать на новой волне с крайне низкими стандартами качества.

Табл. 2. Количество фильмов, представленных на Московском стереофестивале, в которых присутствует хотя бы одна сцена с перепутанными ракурсами (ПР)

Год	Кол-во фильмов	Кол-во фильмов с ПР	Процент фильмов с ПР	Кол-во сцен с ПР	Процент фильмов с ПР на Blu-ray (для сравнения)
2012	21	6	28,50%	22	10%
2013	11	1	9,10%	4	4,80%
2014	26	2	7,70%	43	(0,0%)

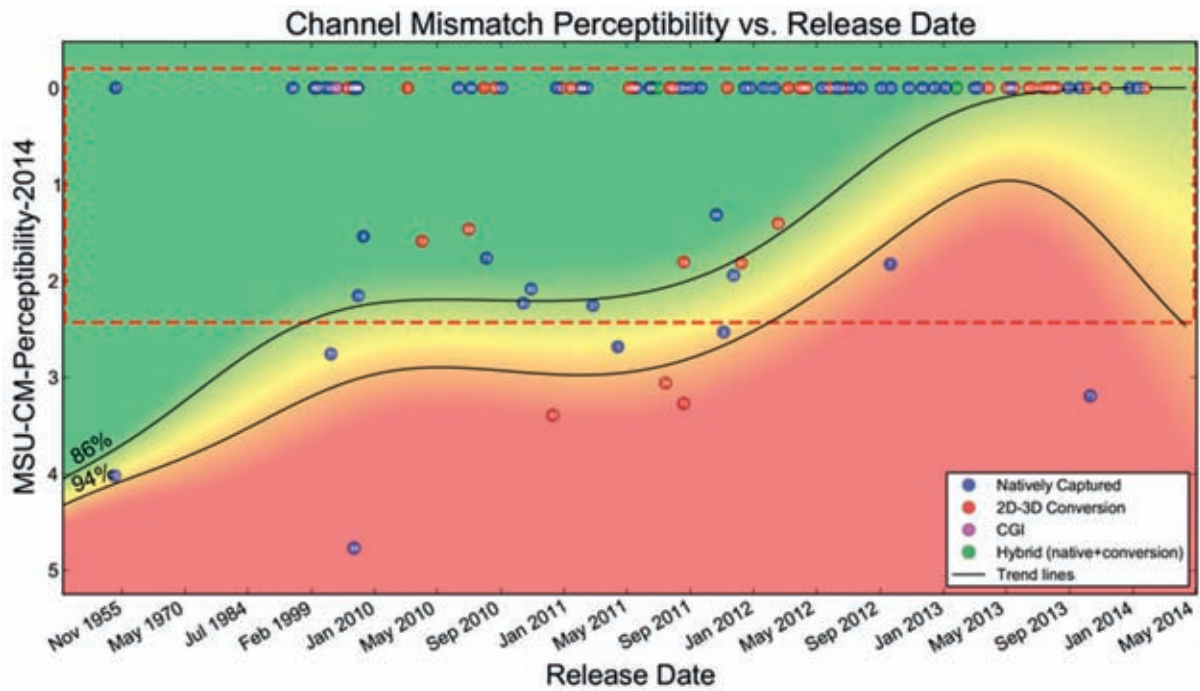


Рис. 3. Заметность перепутанных ракурсов в фильмах к дате выпуска фильма

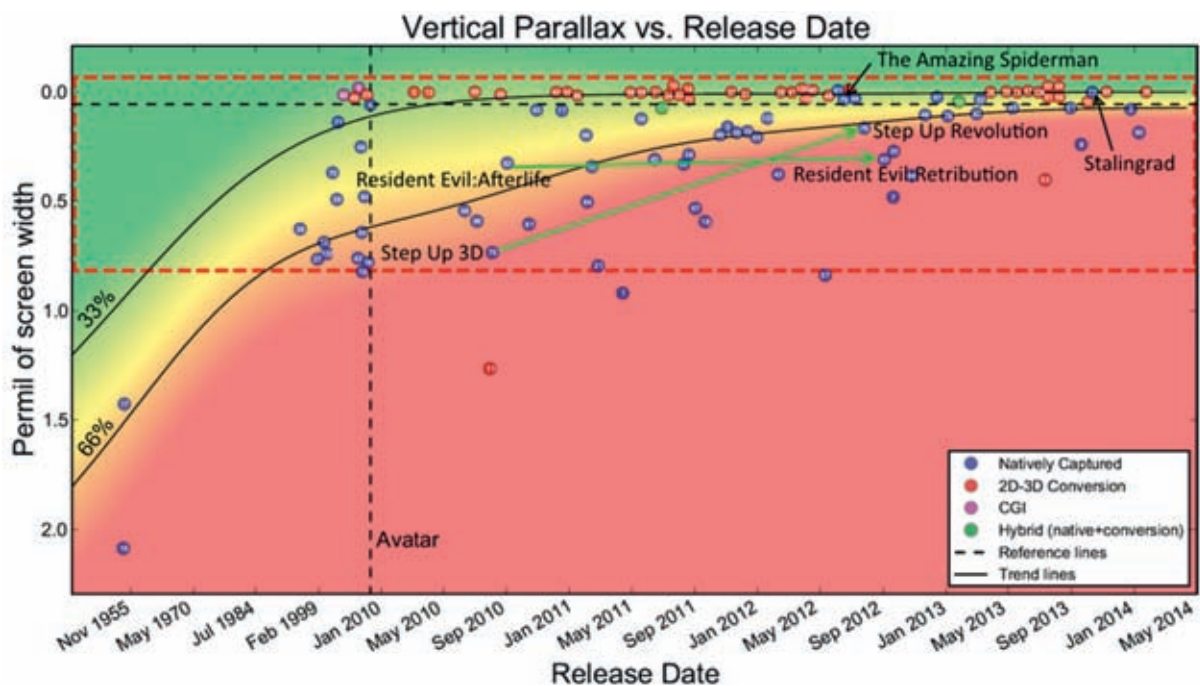


Рис. 4. Средний уровень вертикального параллакса в фильмах к дате выпуска фильма

Безусловно, был также ряд позитивных процессов:

- Несколько компаний вложили крупные суммы денег в разработку цифровых 3D камер нового поколения, имеющие технические характеристики, недостижимые на предыдущих поколениях камер.
- Большое количество студий и отдельных профессионалов получили хороший опыт съёмки в стерео. С учётом современных реалий с нуля были созданы технические процессы, часто невозможные ещё совсем недавно (когда ручная разметка сцен ведётся

на одном континенте, а общая сборка – на другом, при этом обработка сцен, благодаря мощным интернет-каналам и разнице часовых поясов, ведётся практически круглосуточно).

- Появились программы цифровой обработки стерео, позволяющие быстро, гибко и качественно делать то, что ещё недавно считалось невозможно сделать. Кардинальные улучшения произошли как в области контроля и исправления результатов съёмки, так и в области увеличения качества и скорости конвертации.

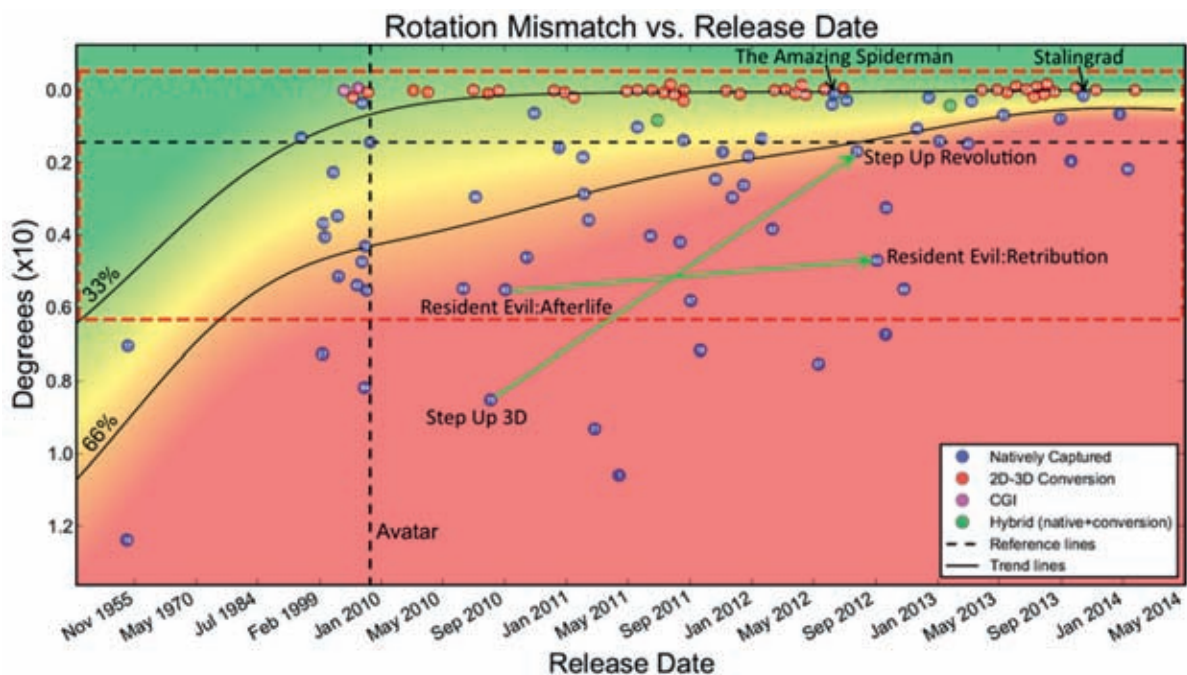


Рис. 5. Средний уровень поворота ракурсов в фильмах к дате выпуска фильма

Кратко проанализируем, как указанные выше факторы сказались на тенденциях изменения технических параметров стерео. Начнём с параметров геометрии кадров, существенно зависящих от камеры, технического процесса съёмки и технического процесса post-production.

Рассмотрим рисунок 4, на котором отражено изменение такого нежелательного эффекта, появляющегося с течением времени, как вертикальный параллакс, на основании которого можно констатировать следующее:

- «Resident Evil: Retribution» (2012) улучшился относительно «Resident Evil: After life» (2010), но недостаточно хорошо на фоне общих тенденций. Фильм из жёлтой зоны средних по качеству фильмов сместился в красную зону худших фильмов.

- «Step Up Revolution» улучшился относительно предыдущей части больше (по метрике – в разы), в целом сильнее общей тенденции.

- «The Amazing Spider-Man» попал в число лучших фильмов. По графикам читатели смогут отследить качество, характерное для современных высокобюджетных фильмов.

- Достаточно неожиданно хорошо показал «Stalingrad», бюджет которого за минуту ниже всех упомянутых фильмов.

- Отметим, что «Аватар» на момент съёмок был среди лучшей трети фильмов (зелёная зона) и превосходил по этому параметру все снятые до него фильмы (лучше была только конвертация). При этом в 2014 году даже «Stalingrad» с малым бюджетом лучше, а подобные параметры соответствуют худшей трети фильмов.

Поворот одного ракурса относительно другого – крайне неприятный артефакт, весьма дискомфортный для многих зрителей. По рисунку 5 можно отметить следующее:

- «Step Up» улучшил результат.

- По этому параметру к 2014 году лучше «Аватара» большая часть фильмов.

Разница по масштабу между ракурсами образуется при люфтах в трансфокаторе камеры и весьма дискомфортна для восприятия. Результаты сравнения 105 фильмов по этому параметру представлены на рисунке 6. Заметим, что «Step Up» был худшим фильмом по этому параметру среди всех 105 фильмов, однако производителям удалось в 6 раз уменьшить среднюю разницу по масштабу и сместиться до границы жёлтой зоны – верх нижней трети фильмов.

Разница по цвету относится к проблемам, не вызывающим моментального дискомфорта, что позволяет некоторое время даже стерео в анаглифных очках. Однако при большой продолжительности фильма усталость от разницы по цвету накапливается, что в комплексе с другими проблемами приводит к головной боли. На рисунке 7 представлены результаты сравнения 105 фильмов. По этому параметру и «Resident Evil», и «Step Up» показали улучшение, но меньшее, чем остальные фильмы. В итоге, с границы жёлтой зоны переместились в красную. Отметим, что «Stalingrad» достаточно стабильно держится в группе лидеров при очень небольшом бюджете.

Разница по резкости относится к артефактам, которые хорошо компенсируются нашим мозгом. Однако, начиная с некоторого порога, зависящего от персональной чувствительности человека, разная резкость ракурсов вызывает дискомфорт. Заметим также, что, в отличие

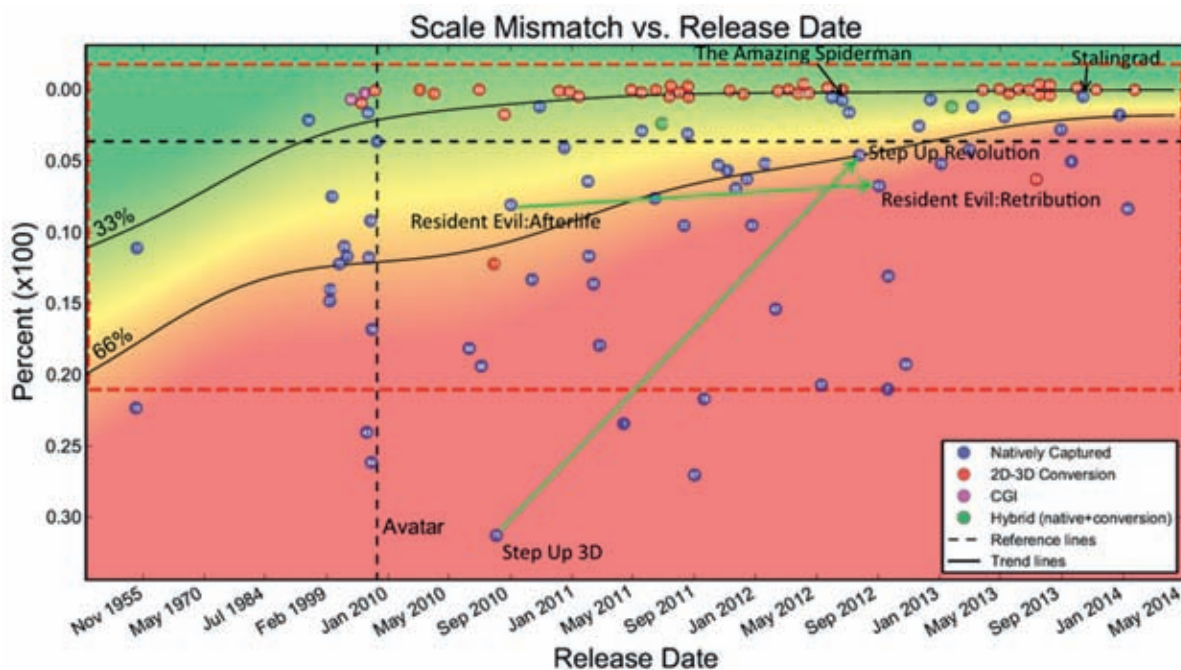


Рис. 6. Средний уровень разницы по масштабу ракурсов в фильмах к дате выпуска фильма

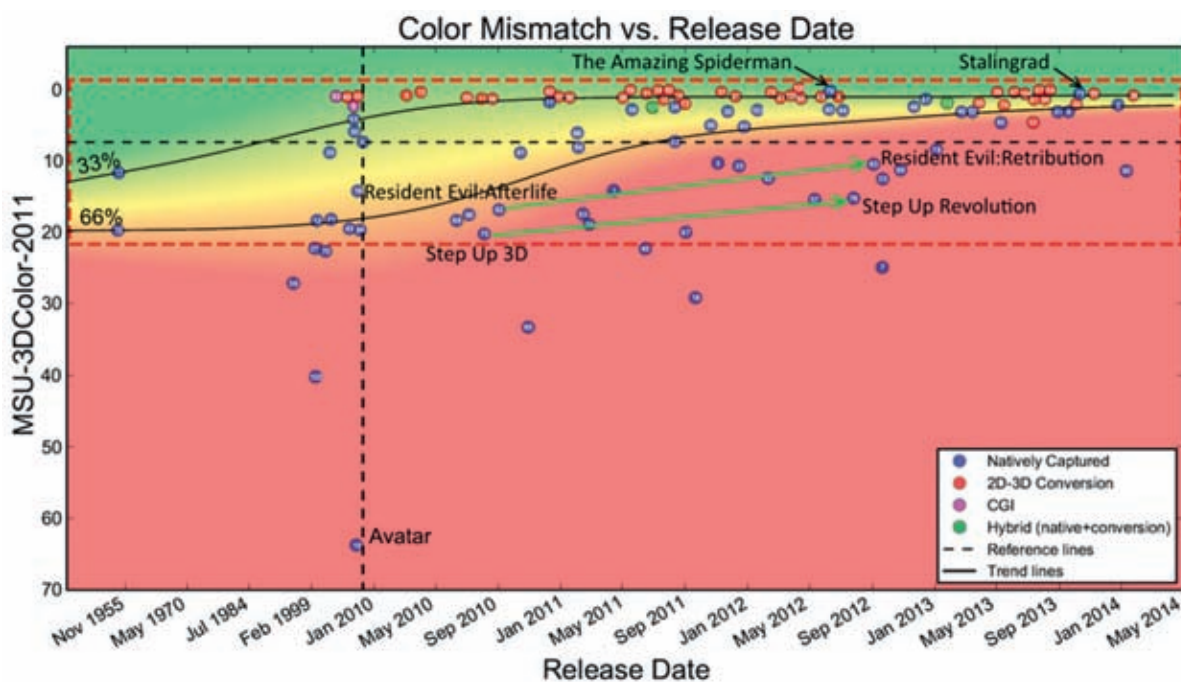


Рис. 7. Средний уровень цветковых искажений ракурсов фильмов к дате выпуска фильма

от проблем геометрии, разницу по резкости достаточно сложно исправить, что в целом видно по качественно отличающейся картине общих тенденций (рис. 8). Тем не менее, отметим, что:

- И «Resident Evil», и «Step Up» показали улучшение ровно по линиям тренда.
- «Stalingrad» лишь ненамного уступает «The Amazing Spider-Man» – при восьмикратной разнице в бюджетах.
- «Аватар», даже с учётом 40% сцен с компьютерной графикой (на Пандоре), показывает не лучший результат.

При этом большинство современных фильмов имеют лучшее визуальное качество при меньшем бюджете.

Stereo Window Violation – расположение объектов в предэкранном пространстве на границах экрана – доставляет заметный дискомфорт части чувствительных к этой проблеме людей. На рис. 9 видно, что:

- И «Resident Evil», и «Step Up» существенно улучшили аккуратность по этому параметру.
- «The Amazing Spider-Man» – традиционно среди лучших.

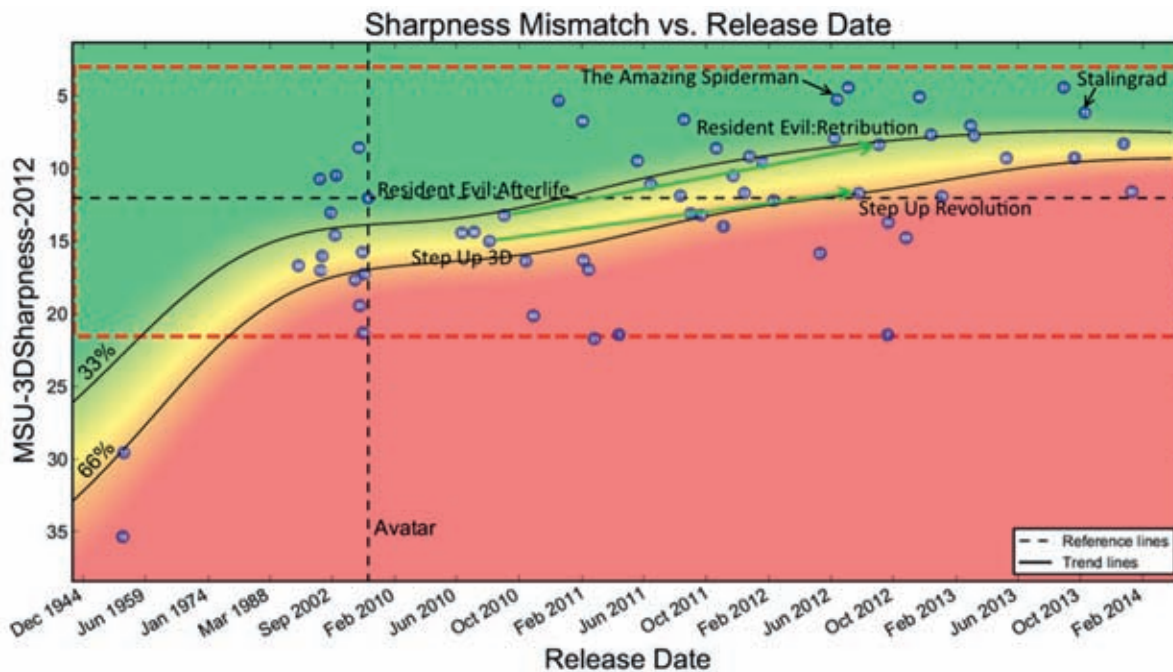


Рис. 8. Средний уровень несоответствия резкости между ракурсами фильмов к дате выпуска фильма

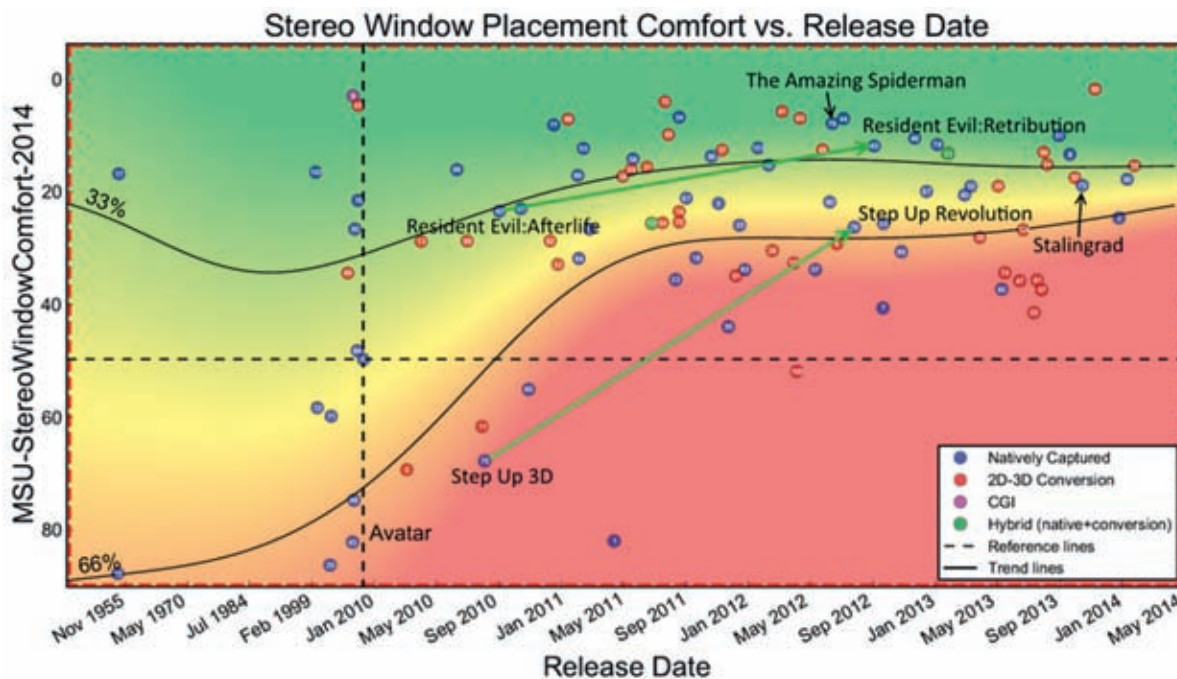


Рис. 9. Учёт расположения объектов в предэкранном пространстве на границах экрана к дате выпуска фильма

• Весьма среднее место «Аватара» даже для 2009 года объясняется тем, что Джеймс Камерон является противником исправления этой проблемы. В то же время, Floating Window (характерные чёрные полосы по краю экрана) изредка используются и в «Титанике».

• По данному параметру конвертация, ранее показывавшая лучшие значения, теперь равномерно перемешана со снятыми сценами фильмов. Это происходит потому, положение фильма на графике зависит от того, заботились об этом или нет ещё на этапе подготов-

ки «раскадровки» сцен, а не от технологии создания стерео.

Большинство устройств отображения 3D не способны полностью отделять левый ракурс от правого, что приводит к возникновению перекрёстных помех (crosstalk), то есть к проникновению в изображение для левого глаза правого ракурса и наоборот. Обычно для современных устройств величина перекрёстных помех составляет 10%. Мы оценили устойчивость фильма к возникновению перекрёстных помех, считая фильмы с контрастны-

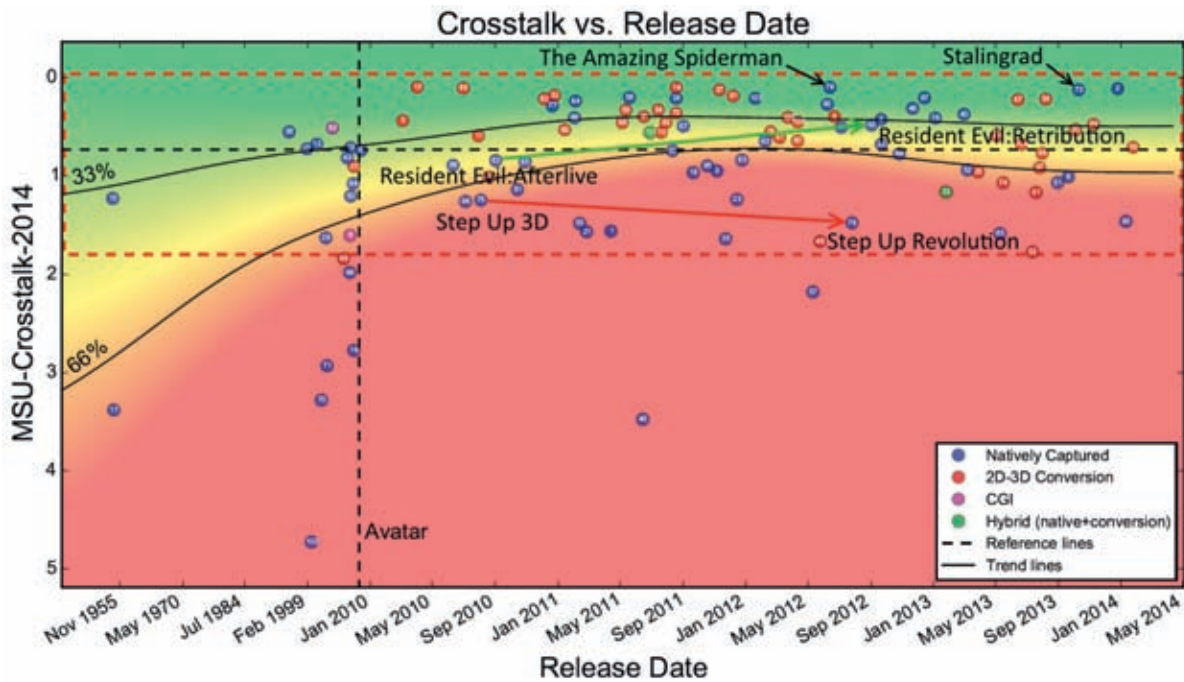


Рис. 10. Средний уровень устойчивости фильма к показу на устройстве, порождающем перекрёстные помехи, к дате выпуска фильма

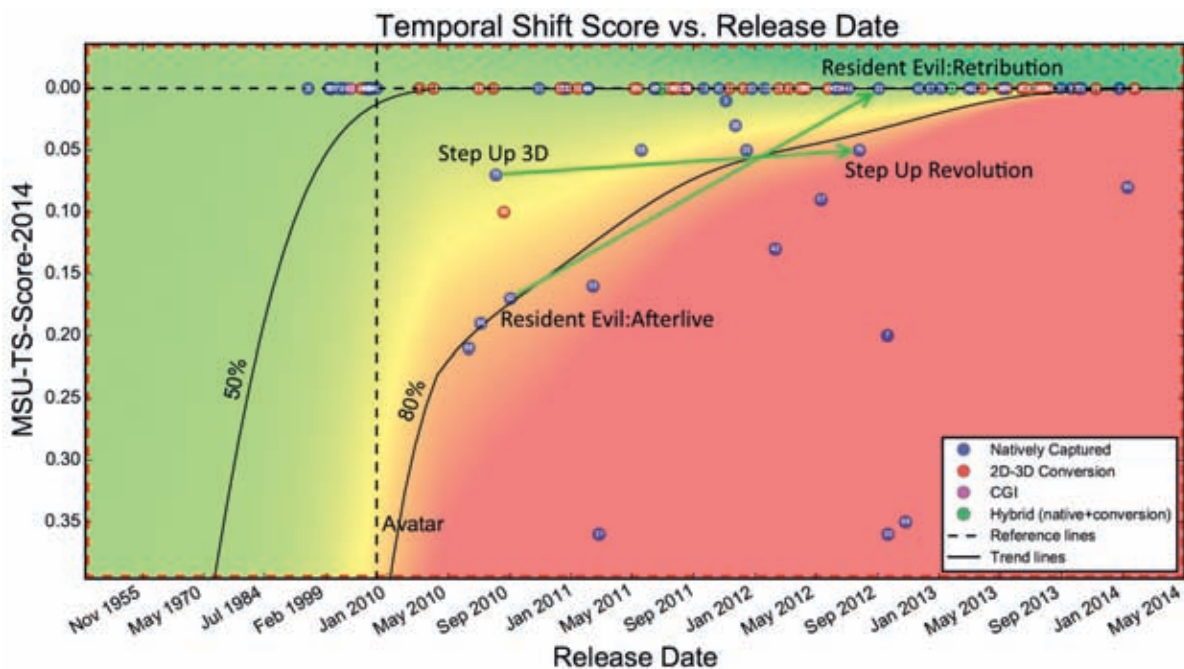


Рис. 11. Средний уровень несоответствия резкости между ракурсами фильмов к дате выпуска фильма

ми объектами, не выровненными на уровень экрана, более подверженными влиянию перекрёстных помех. Чем выше отмечен фильм на рис. 10, тем меньше будет испытывать дискомфорт зритель, которому, например, достались места сбоку от экрана в зале с очками с линейной поляризацией (RealD, MasterImage, все московские IMAX). По рис. 10 видно, что количество фильмов, выровненных по глубине, медленно растёт. Интересно, что на этом графике мы видим единственный пример,

когда «Step Up» умудрились ухудшить результат. Также отметим, что «Stalingrad» – один из лучших.

Также нами была создана метрика измерения сдвига во времени между ракурсами и найдено 515 сцен со сдвигом во времени от 0,1 до 2 кадров в 27 фильмах. Причиной проблемы является несовершенство части используемых камер, а также ошибки на этапе post-production. Если в 1954 году это было нормой, то в современных фильмах подобные проблемы встречаются

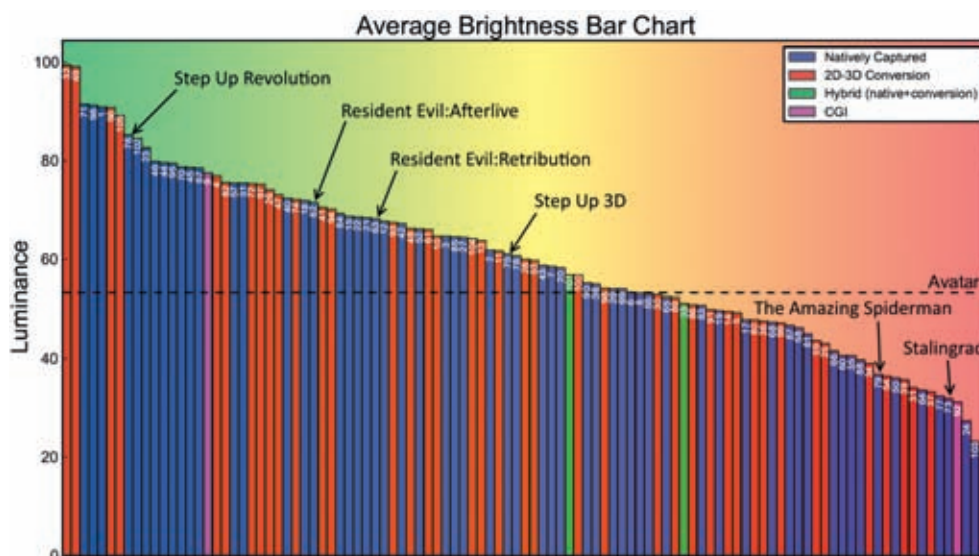


Рис. 12. Средний уровень яркости фильмов

крайне редко. Тем не менее, мы нашли такие сцены, даже в блокбастерах, например, в «Пиратах Карибского моря» и в «Хранителе времени».

На рис. 11 показано, что у «Resident Evil» были проблемы со сценами со сдвигом во времени, но они смогли полностью от них избавиться к следующей части. При этом у «Step Up» прогресс незначительный. У «The Amazing Spider-Man» и «Stalingrad» – всё отлично.

При анализе фильмов мы обратили внимание на то, что абсолютная яркость фильмов в 3D отличается. У некоторых фильмов (примерно у трети) было заметно, что проводилась цветокоррекция специально, чтобы поднять яркость 3D версии относительно 2D. Также понятно, что если это фильм ужасов и там много ночных сцен, то такой фильм будет более тёмным, чем, условно, боевик, большая часть сцен которого снята в пустыне. Даже принимая во внимание этот факт, разброс удивляет: абсолютная яркость разных фильмов может различаться более, чем в 5 раз. Если учесть, что в силу разного установленного оборудования яркость экрана в разных залах может отличаться до 10 раз, можно говорить о 50-кратной разнице по яркости между разными фильмами в разных залах. Безусловно, человеческое зрение адаптируется, но очевидно, что «тёмные» фильмы в «тёмных» залах доставят существенный дискомфорт зрителям.

Заключение

Подводя итог, можно выделить следующие позитивные тренды:

- Появилось большое количество новых стереокамер с характеристиками, которые ещё недавно были технически невозможны. Стереориги, в которых в больших пределах меняется расстояние между оптическими осями объективов камеры и в которых специальный софт в реальном времени меряет параметры стерео, а сервоприводы позволяют полуавтоматически изменять пара-

метры камер. Это новое, принципиально отличающееся, поколение камер.

- Кардинальное изменение и ускорение технических процессов в студиях благодаря появлению скоростных интернет-каналов и возможности организовать круглосуточную работу над сценами фильма на разных континентах.

- Появление средств контроля технического качества стерео, работающих в реальном времени (online) с цифровым потоком от камеры (которые позволяют грубо оценить

отдельные параметры потока и оперативно исправить ситуацию). Ещё совсем недавно таких технических средств не было, фактически совсем, и весь контроль осуществлялся вручную.

- Появление принципиально новых средств автоматизации процесса конвертации фильмов из 2D в 3D. Благодаря развитию современных алгоритмов компьютерного зрения появилась возможность кардинально ускорить и увеличить качество процесса конвертации, следствием чего, как видно на приведённых выше графиках, является конвертация, примерно, 40% фильмов, вышедших на Blu-ray 3D. Это беспрецедентный процент фильмов в истории стерео, обусловленный проблемами, возникающими при съёмке. Даже снятые фильмы сегодня часто содержат минимум 1–2 минуты конвертации, которые позволяют как исправить ситуацию в случае брака при съёмке, так и качественно создать в 3D сцены, которые всё ещё крайне сложно снять с желаемым стереоэффектом и качеством (например, макросъёмку, или наоборот, съёмку крупных объектов).

- Появление разнообразных решений для исправления практически всех видов артефактов стерео. Если совсем недавно они исправлялись буквально вручную, то сегодня в наличии специализированные программы, которые позволяют значительно быстрее исправлять подавляющее количество проблем. Например, ещё недавно считалось невозможным исправить сдвиг во времени между ракурсами, считалось крайне сложным и трудоёмким исправление разницы по резкости, по цвету исправляли только крупные различия, а исправления геометрических искажений делались только в крайнем случае из-за заметного падения резкости. Сегодня ситуация поменялась кардинально. Во-первых, появились удобные профессиональные инструменты, которые, правда, требуют высокой квалификации оператора. Во-вторых, выросло качество полностью автоматических методов, которые позволяют, как минимум,

исправить крупные недостатки без заметного вмешательства человека.

• И, наконец, за последние годы на новый уровень вышли «медленные» (offline) средства контроля качества стерео. Ещё совсем недавно автоматические методы были ненадёжны, и даже в определении параллакса на сценах, где из соображений совместимости с 2D версией фильма оператор размывал фон или передний план, они работали некорректно. И, очевидно, также некорректно на таких сценах определялись все виды геометрических искажений. Также в случае разной резкости и расхождений ракурсов по цвету кардинально падала надёжность практически всех методов из-за ухудшения качества сопоставления ракурсов. Сегодня не только эти проблемы решены, и, как следствие, улучшено качество измерений, но и появилась возможность измерять и находить проблемы, которые ещё недавно было невозможно находить автоматически. В первую очередь, это перепутанные ракурсы, сдвиг между ракурсами по времени, измерение разницы по резкости, измерение устойчивости к перекрёстным помехам и так далее. Всё это вместе позволяет поднять качество контроля стерео на принципиально новый уровень.

• И, конечно, главное, что произошло за эти годы – появилось огромное количество людей, умеющих профессионально работать с новыми стереокамерами, новыми устройствами контроля на площадке, новыми программами конвертации, контроля и исправления. Для освоения многих процессов во всех тонкостях требуются многие месяцы, иногда годы. И последние 5 лет были весьма и весьма плодотворны для тех, кто профессионально работает в стерео.

Учитывая проведённый анализ, можно сказать, что за последние 5 лет произошло несколько кардинальных улучшений на всех этапах подготовки стереофильмов. Уже сейчас понятно, что в целом это приведёт к заметному улучшению технического качества стерео и, в перспективе, к снижению головной боли зрителей.

Справедливости ради, следует отметить, что по статистике в 2014 году при заметном росте количества российских кинозалов с установленными 3D системами (с 3048 до 3753, т. е. на 705 залов – больше, чем на 20%) не всё так замечательно с качеством. В частности, количество систем из разряда «Другие производители» (среди которых много китайских производителей) увеличилось на 301 из 705 – т. е. таких систем 42% от всех установленных в 2014 году. Если учесть, что за прошлые годы было установлено всего 837 таких залов (из которых 301 – в 2014), очевидно, что владельцы залов в 2014 взяли курс на ещё большую экономию. Это при том, что и раньше кинозалы в России значительно отличались в худшую сторону от залов в США и Европе. В этом плане, учитывая тенденцию к уменьшению видимого параллакса, указанную в начале статьи (что даёт возможность увидеть 3D эффект в первую очередь в кинозалах), можно прогнозировать,

что увеличение технического качества фильмов будет компенсировано снижением качества устанавливаемого оборудования. И, как следствие, отечественный зритель далеко не сразу сможет увидеть заметные изменения. Остаётся надеяться на постепенное увеличение технического качества дешёвых систем, которое также происходит, но, естественно, медленнее общего тренда.

Также, безусловно, играет роль психологический эффект, когда обжегшемуся на дискомфортном стерео в 2010 году человеку потребуется несколько лет, чтобы забыть про возникавшую при просмотре стереофильма головную боль и решить снова попробовать пойти на такой фильм.

Тем не менее, с появлением нового поколения проекторов можно ожидать новой волны популярности стерео, в основе которой будет лежать, в очередной раз, сниженный процент зрителей с головной болью. ■

Детальные популярные тексты по результатам данных работ доступны по адресу:

<http://geektimes.ru/users/3Dvideo/topics/>

Полные тексты отчётов (более 2000 страниц на английском) доступны по адресу:

<http://compression.ru/video/vqmt3d/>

Благодарности

Данная работа поддержана грантом РФФИ 15-01-08632.

ЛИТЕРАТУРА, BIBLIOGRAPHY

1. *Quan Huynh-Thu, P. Le Gallet, and M. Barkowsky*, «Video quality assessment: From 2d to 3d – challenges and future trends», in 17th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 4025–4028, Sept. 2010.
2. *Boev A., Hollosi D., Gotchev A. and Egiazarian K.*, «Classification and simulation of stereoscopic artifacts in mobile 3d tv content», in Proc. SPIE Stereoscopic Displays and Applications XX, pp. 72371F-72371F, 2009.
3. *Voronov A., Vatolin D., Sumin D., Napadovsky V., Borisov A.*, «Towards Automatic Stereo-video Quality Assessment and Detection of Color and Sharpness Mismatch», International Conference on 3D Imaging (IC3D), pp. 1–6, 2012.
4. *Voronov A., Vatolin D., Sumin D., Napadovsky V. and Borisov A.*, «Methodology for stereoscopic motion-picture quality assessment», Proc. SPIE 8648, Stereoscopic Displays and Applications XXIV, vol. 8648, pp. 864810–1–864810–14, March 2013.
5. *Bokov A., Vatolin D., Zachesov A., Belous A. and Erofeev M.*, «Automatic detection of artifacts in converted S3D video», Proc. SPIE 9011, Stereoscopic Displays and Applications XXV, vol. 9011, pp. 901112–1–901112–14, March 2014.
6. *Людвиченко В.А., Лаврушкин С.В., Янушковский В.А., Ватолин Д.С.*, «Обнаружение временного сдвига между ракурсами и перепутанного порядка ракурсов в стереофильмах», МТК, № 35, с. 10–18, 2015.



МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ для современного кинематографа



С.Б. Бирючинский, к.ф.-м.н., профессор, ООО «Оптико-механические системы», sbiruchinsky@optica4d.com

Аннотация

Рассмотрен вопрос оптимизации архитектуры оптических систем для современного кинематографа. Описаны необходимые условия построения оптимальной архитектуры оптической системы. Показана практическая реализация авторской методики оптимизации оптических схем кинообъективов.

Ключевые слова: объектив, aberrации, оптическая система, оптимизация, преобразование изображения, пропускная способность, высокая чёткость.

■ Развитие цифрового кинематографа и увеличение требований к количеству передаваемой информации объективом камеры делают необходимым разработку новых оптических схем и, соответственно, методов оптимизации их архитектуры. Возможности серийного производства достаточно сложных оптических элементов, в том числе, асферического профиля, при приемлемой себестоимости позволяют реализовать высококачественные оптические схемы при соблюдении требуемых габаритных стандартов на кинооптику. Вместе с этим продолжается развитие методов оптимизации оптических систем под конкретные прикладные задачи кинематографа с учётом достижения необхо-

MODELING AND OPTIMIZATION OF OPTICAL SYSTEMS
ARCHITECTURE FOR A MODERN CINEMA

S. Biryuchinskiy, PhD, Prof., Opto-mechanical Systems Limited, sbiruchinsky@optica4d.com

Abstract

The question optimization of optical systems architecture for a modern cinema are consider. Necessary conditions of optimum architecture construction of an optical system was present. Practical implementation of an author's technique optical systems optimization of cine lenses are show.

Keywords: lens, aberrations, optical system, optimization, image transform, bandwidth, high definition.

димого результата, как по качеству изображения, так и по себестоимости объективов.

В настоящее время существуют различные коммерческие программы для расчёта оптических систем. Для целей кинематографа лучшими являются такие программы как OpticStudio (Zemax, LLC, USA), CODE V (Synopsys' Optical Solutions Group, USA) и SYNOPSYS™ (Optical Systems Design, Inc., USA). Программа OpticStudio является наиболее оптимальной с точки зрения соотношения цены и предоставляемых возможностей и подходит для большинства кинематографических задач. Однако наличие таких программ не является достаточным условием для выполнения прикладной задачи.

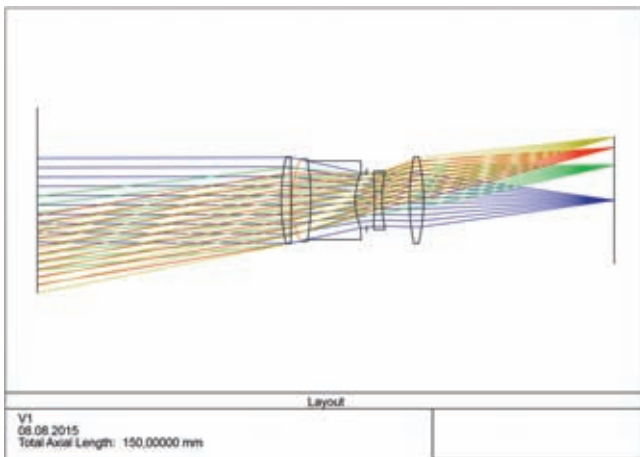


Рис. 1а. Оптическая схема блока стереобъектива системы «Стереo-70», рассчитанная автором; фокусное расстояние 75 мм, диагональ кадра 32,9 мм

Основным необходимым условием построения оптимальной архитектуры оптической системы является алгоритм предсказания свойств объектива (главное из которых – информационная пропускная способность [6]) заранее до этапа расчёта. Так как именно на этом этапе происходит оценка стоимости работ, и неправильный результат зачастую приводит к невозможности реализации проекта в целом.

Другим условием является критерий достижения оптимального результата расчёта, т.е. необходимо знать, насколько полученный результат отличается от истинно оптимального для данного технического задания. При этом следует понимать, что истинно оптимальная оптическая схема (так называемый глобальный оптимум) может не являться точечным результатом, а математически представлять собой некоторую структуру в многомерном пространстве (в этом случае возможно проведение дополнительной оптимизации с новыми критериями, например, с целью уменьшения себестоимости или облегчения производственного процесса).

Третьим условием является наличие алгоритма поиска оптимального решения. Причём данная задача сводится не только к математическим методам поиска минимума целевой функции (реализовано в вышеперечисленных коммерческих программах), но и в корректном задании самой целевой оптимизируемой функции, которая характеризует всю оптическую систему одним числом. Наиболее часто в данном случае применяются модифицированные алгоритмы Левенберга – Марквардта (Levenberg – Marquardt Algorithm, LMA) [2], так как они обладают достаточно большой скоростью расчёта при хорошей сходимости. При этом следует понимать, что хорошая программная реализация численного метода поиска минимума целевой функции не является достаточным условием для достижения глобального оптимума. Поэтому даже в настоящее время востребованы алгоритмы достижения глобального оптимума (или хотя бы приближения к нему), причём главная слож-

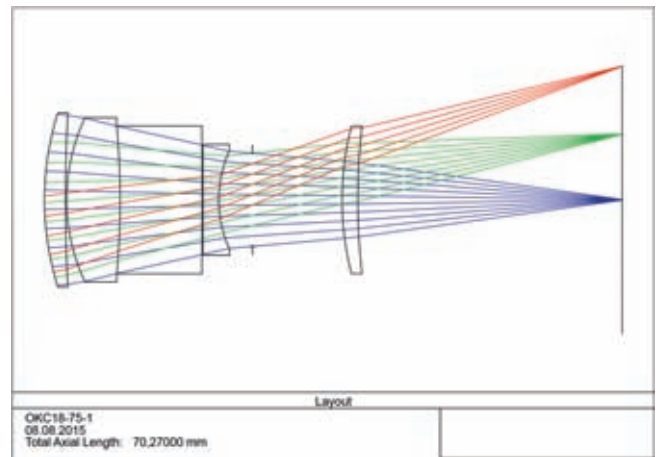


Рис. 1б. Оптическая схема блока стереобъектива OKC18-75-1 системы «Стереo-70»; фокусное расстояние 75 мм, диагональ кадра 32,5 мм

ность состоит в отсутствии универсальности оптических систем и большом разнообразии требуемых технических параметров, поэтому алгоритм, пригодный, например, для расчёта длиннофокусных объективов, может совершенно не подходить для широкоугольных.

В литературе подробно описаны различные алгоритмы поиска глобального оптимума на основе существующих коммерчески реализованных программ с применением локальной оптимизации [1, 2, 7–12]. Подобные методики можно отнести к категории методов инженерной оптимизации, так как они позволяют выполнять работу среднеквалифицированному персоналу (без строгого понимания теории оптических систем), что способствует широкому развитию оптической отрасли в целом.

Анализ отечественных публикаций показывает отсутствие прогресса в данной области на протяжении около 40–50 лет, что выражается в применении методик расчёта на основании аберраций третьего порядка (например, [4]). Попытки копировать результаты иностранных работ и вовсе выглядят несостоятельными (например, можно сравнить [5] и [7]). Причём зачастую на основании подобных методик делаются неверные выводы, и соответственно, на практике получают неоптимальные решения.

Одним из примеров несостоятельности отечественных методик расчёта является разработка набора стереобъективов для системы «Стереo-70». В качестве примера на рис. 1а и 1б показаны оптические схемы блока стереобъектива с фокусным расстоянием 75 мм. Обе схемы являются пятилинзовыми, и их можно отнести к категории простых. По сравнению с объективом-аналогом (рис. 1б), разработанная автором схема (рис. 1а) имеет те же габариты и количество линз. Однако разработанная автором методика оптимизации архитектуры оптических систем позволила найти оптимальное решение, недоступное для устаревших методик отечественных авторов. Рис. 2а, 2б и рис. 3а, 3б иллюстрируют превосходство авторской схемы по всем параметрам. Хотя внешне

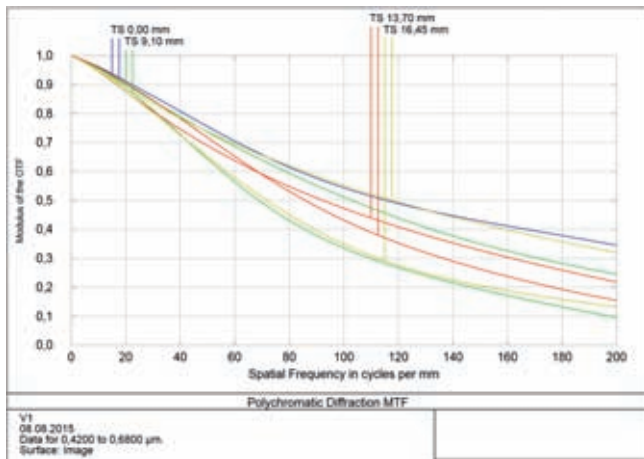


Рис. 2а. Полихроматическая функция передачи модуляции для объектива рисунка 1а

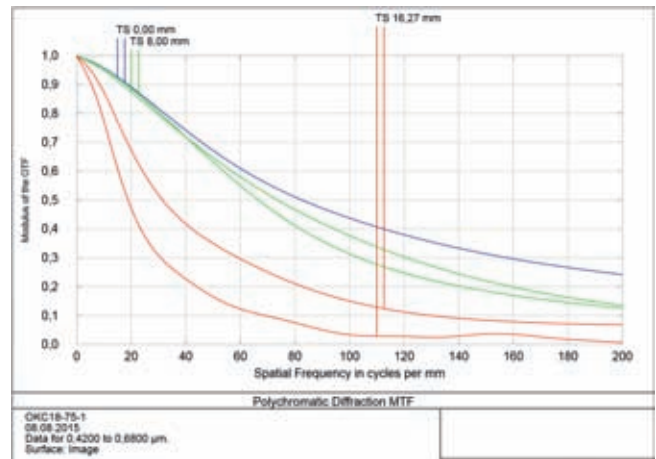


Рис. 2б. Полихроматическая функция передачи модуляции для объектива рисунка 1б

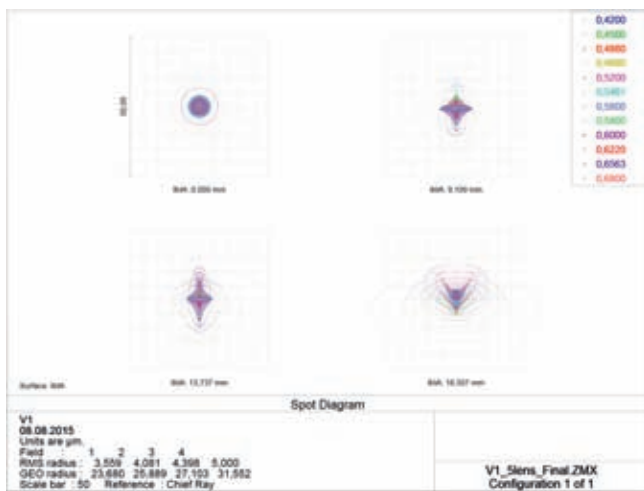


Рис. 3а. Точечная диаграмма для объектива рисунка 1а

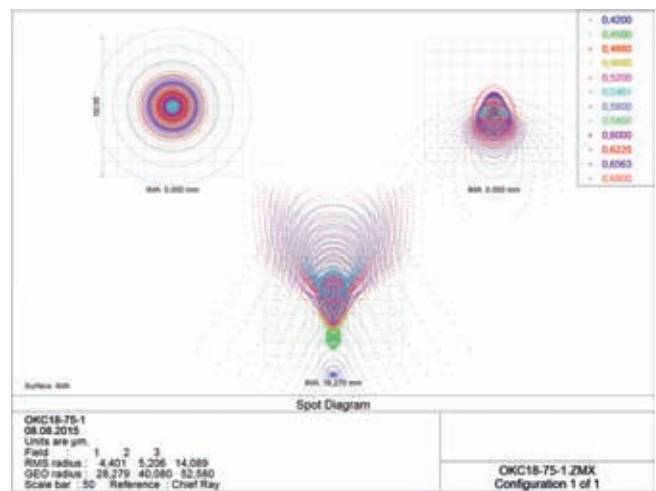


Рис. 3б. Точечная диаграмма для объектива рисунка 1б

схемы похожи и даже кривизны многих линз не отличаются значительным образом, применение методик аббераций третьего порядка не позволило предыдущим авторам найти решение из категории глобального оптимума (несмотря на дополнительное применение программ автоматизированного расчёта). Разработанный автором алгоритм предсказания свойств объектива в сочетании с расчётом критерия достижения глобального оптимума позволил подобрать правильное сочетание стёкол и решить задачу. На рис. 3а видно, насколько улучшился результат, в том числе, и по хроматизму (по сравнению с рис. 3б). В данном случае применение специальных алгоритмов поиска оптимального решения не потребовалось (расчёт производился штатными средствами программы OpticStudio).

Более сложные схемы обычно требуют комплексного подхода (соблюдение всех трёх вышеперечисленных условий) в оптимизации. Здесь применение только лишь инженерных методов оптимизации с применением различных коммерческих программ является недостаточным. В этом случае автором составляется компьютерная программа для поиска истинно оптимального для данно-

го технического задания результата (для сложных объективов, например, с переменным фокусным расстоянием и широкоугольных, подобные программы составляются индивидуально, что связано с отсутствием универсальных требований к качеству изображения в кинематографе). Задача обычно решается полуаналитическим методом. На начальном этапе в качестве средств достижения локального оптимума могут применяться различные симплекс-методы (не используют производной). Разделение аббераций по порядкам не производится классическим способом. Вместо этого математически оценочная функция делится таким образом, чтобы количество уравнений для точного её описания было конечным. Здесь также не происходит разделения на осевые и внеосевые абберации, так как решение задачи только для осевых аббераций является недостаточным (это особенно актуально для систем, где требуется равномерное качество изображения по всему полю). На данном этапе частично возможно также решить задачу построения объективом правильного «боке» при передаче изображения (реализовано автором во многих кинообъективах как для матриц 2/3", 2К, так и для формата 24х36 мм, 8К).

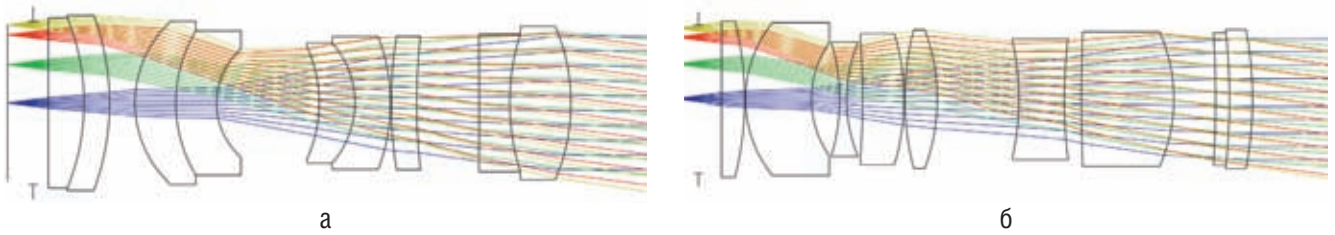


Рис. 4а, б. Оптическая схема блока стереобъектива с телецентрическим ходом лучей в пространстве изображений: а) начальная схема; б) схема после оптимизации

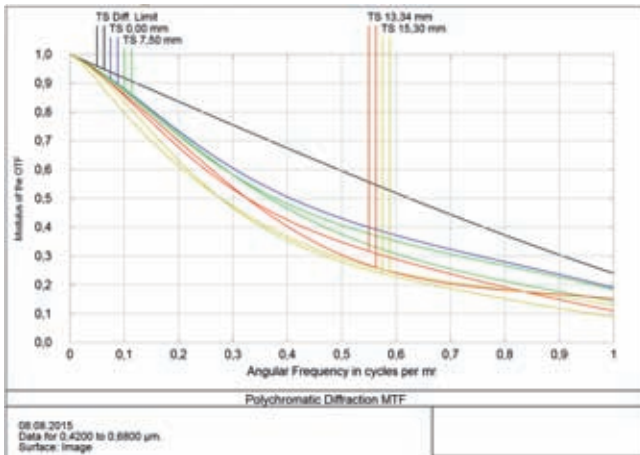


Рис. 5. Полихроматическая функция передачи модуляции для объектива рисунка 4

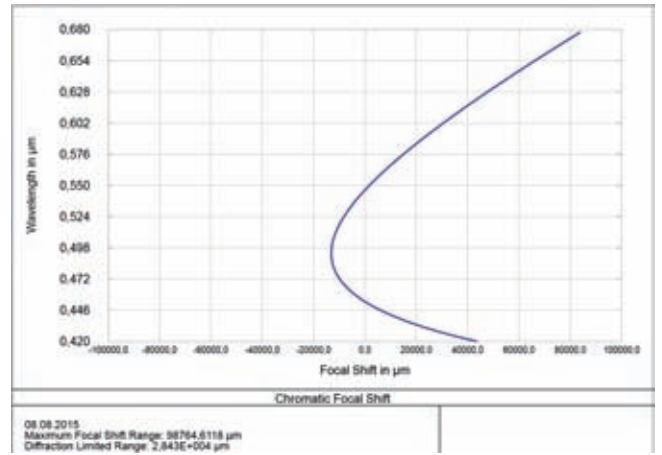


Рис. 6. Продольная хроматическая aberrация для объектива рисунка 4

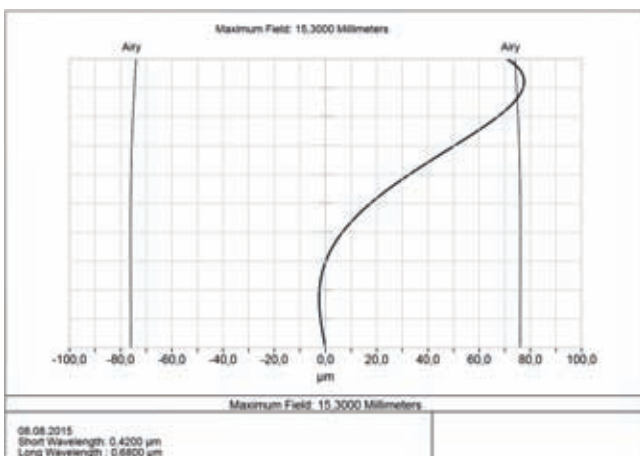


Рис. 7. Поперечная хроматическая aberrация для объектива рисунка 4

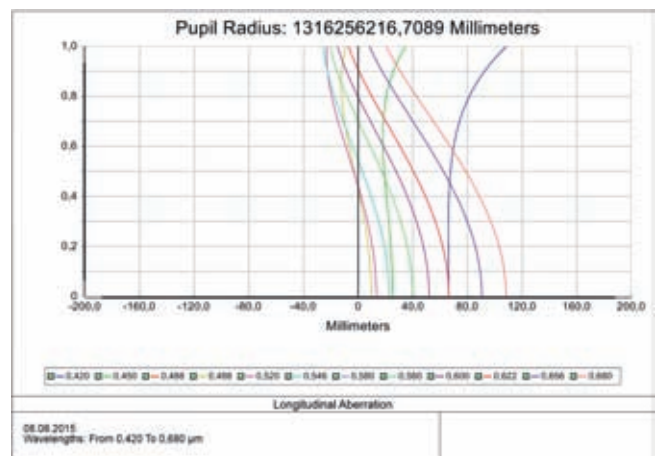


Рис. 8. Продольная сферическая aberrация для объектива рисунка 4

Завершить расчёт можно и штатными средствами вышеуказанных коммерческих программ. При этом одним из критериев правильности полученного решения будет практически одинаковый результат, полученный разными программами (в пределах заданной оценочной функции) и разными алгоритмами инженерной оптимизации.

Примером расчёта объектива по авторской методике является система, показанная на рис. 4а и 4б в начальном и конечном вариантах. Данная система является блоком составного стереобъектива с анаморфированием. В данном случае фокусное расстояние блока 100 мм

(показан обратный ход лучей). Одной из решённых задач являлось построение полностью телецентрического хода лучей в пространстве изображений при полном отсутствии виньетирования и минимизации габаритов. Полученный результат расчёта качества изображения показан на рисунках 5–9. Причём в данном случае показано именно глобальное оптимальное решение, которое может быть взято за основу для предсказания архитектуры смежных оптических систем. При этом одним из критериев оптимизации являлась коррекция «боке» для лучшего восприятия изображения. ■

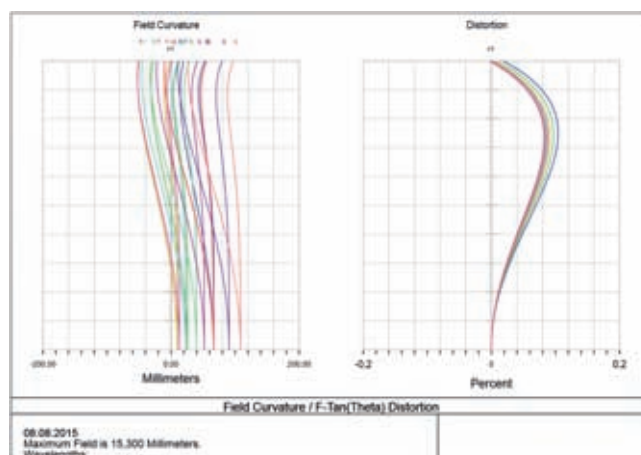


Рис. 9. Кривизна поля и дисторсия для объектива рисунка 4

ЛИТЕРАТУРА

1. *Milton Laikin*. «Lens Design», Fourth Edition, CRC Press 2006.
2. *Melron J.* Damped least – squares method for automatic lens design / *J. Melron*. – *J. Opt. Soc. Am.*, Vol. 55, № 9, 1965. – P. 1105–1109.
3. *Бирючинский С.Б.* Кинесъёмочные стереообъективы высокой чёткости // *МТК*. – 2009. – №13. – С. 19–22.
4. *Ежова К.В., Зверев В.А., Нгуен Ван Луен.* Определение основных параметров компонентов оптической системы переменного увеличения // *Изв. вузов. Приборостроение*. 2015. Т. 58, № 1, С. 44–48.
5. *I. Livshits, Z. Hou, P. van Grol, Y. Shao, M. van Turnhout, P. Urbach, F. Bociort.* Using saddle points for challenging optical design tasks, *Proc. SPIE* 9192, 919204-1 - 919204-8(2014).
6. *Бирючинский С.Б.* Информационная пропускная способность кинематографических объективов // *МТК*. – 2014. – № 32. – С. 12–15.
7. *F. Bociort, E. van Driel, A. Serebriakov.* «Networks of local minima in optical system optimization», *Optics Letters* 29(2), p. 189–191 (2004).
8. *M. van Turnhout, P. van Grol, F. Bociort, and H.P. Urbach.* Obtaining new local minima in lens design by constructing saddle points, *Opt. Express* 23, p. 66796691 (2015).
9. *D. Sturlesi, D. O'Shea.* «Global view of optical design space», *Opt. Eng.* 30 (2), p. 207–217 (1991).
10. *Cheng-Mu Tsai, b Yi Chin Fang, b Yu-Cheng Lin.* Zoom Optics Design and Optimization with Digital Image Process // *Proc. of SPIE Vol. 7061* 706110 (2008).
11. *Julie Beaulieu, Christian Gagné, Marc Parizeau.* Lens System Design and Re-Engineering with Evolutionary Algorithms // *Proc. of GECCO* 2002, July 9–13, New York.
12. *M.D. Robinson and D.G. Stork.* «Joint design of lens system and digital image processing», *Proc. SPIE* 6342, 63421G (2006).

BIBLIOGRAPHY

1. *Milton Laikin*. "Lens Design", Fourth Edition, CRC Press 2006.
2. *Melron J.* Damped least – squares method for automatic lens design / *J. Melron*. – *J. Opt. Soc. Am.*, Vol. 55, №9, 1965. – P. 1105–1109.
3. *Biryuchinskiy S.B.* Kinosjemochnie stereoobjektivi visokoi chetkosti // *WTC*. – 2009. – № 13. – P. 19–22.
4. *Ezova K.V., Zverev V.A., Nguen Van Kety.* Opredelenie osnovnih parametrov komponentov opticheskoj sistemi peremennogo uvelichenija // *Izv. vuzov. Priborostroenie*. 2015. Т. 58, № 1. P. 44–48.
5. *I. Livshits, Z. Hou, P. van Grol, Y. Shao, M. van Turnhout, P. Urbach, F. Bociort.* Using saddle points for challenging optical design tasks, *Proc. SPIE* 9192, 919204-1 - 919204-8 (2014).
6. *Biryuchinskiy S.B.* Informacionnaja propusknaja sposobnost kinematograficheskikh objektivov // *WTC*. – 2014. – № 32. P. 12–15.
7. *F. Bociort, E. van Driel, A. Serebriakov.* "Networks of local minima in optical system optimization", *Optics Letters* 29(2), p. 189–191 (2004).
8. *M. van Turnhout, P. van Grol, F. Bociort, and H.P. Urbach.* Obtaining new local minima in lens design by constructing saddle points, *Opt. Express* 23, p. 6679–6691 (2015).
9. *D. Sturlesi, D. O'Shea.* "Global view of optical design space", *Opt. Eng.* 30(2), p. 207–217 (1991).
10. *Cheng-Mu Tsai, b Yi Chin Fang, b Yu-Cheng Lin.* Zoom Optics Design and Optimization with Digital Image Process // *Proc. of SPIE Vol. 7061* 706110 (2008).
11. *Julie Beaulieu, Christian Gagné, Marc Parizeau.* Lens System Design and Re-Engineering with Evolutionary Algorithms // *Proc. of GECCO* 2002, July 9–13, New York.
12. *M.D. Robinson and D.G. Stork.* "Joint design of lens system and digital image processing," *Proc. SPIE* 6342, 63421G (2006).



ПОДСОБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

История одного фильма



Н. Майоров, режиссёр-оператор, киновед,
henrymay@mail.ru

■ Тысяча девятьсот сороковой год. По советским киноэкранам победно шагают «Весёлые ребята», несётся в атаку «Чапаев», крушат врагов отечества «Пётр Первый» и «Александр Невский». Не сходит с экрана первый звуковой игровой фильм «Путёвка в жизнь». Радуют глаз кинозрителя своим многоцветьем первенцы советского цветного кино «Карнавал цветов», «Груня Корнакова» и украинская «Сорочинская ярмарка».

А советские кинематографисты готовятся удивить зрителя, как потом будут писать, новым достижением отечественной кинотехники.

Главная газета Страны Советов «Правда» 7 марта 1940 года публикует статью создателя советской киноленинианы Михаила Ильича Ромма «Стереоскопическое кино», где автор делится своими впечатлениями от просмотра на киностудии «Союздетфильм» экспериментального стереофильма, рассказывает о бюрократических препонах и трудностях, с которыми на протяжении пяти лет пришлось столкнуться Семёну Павловичу Иванову – создателю отечественного безочкового стереокино на пути реализации его изобретения для массового зрителя.

Ромм писал: «Таким образом, кое-что сделано и кое-что делается. Но делается, к сожалению, мало. Необходимо окружить изобретение тов. Иванова общественным вниманием, обеспечить его материальными и техническими средствами. Следует немедленно приступить к оборудованию пока хотя бы одного-двух экспериментальных стереокинотеатров. Будущее принадлежит цветному и стереоскопическому кинематографу. Мы можем по праву гордиться тем, что впервые в мире стереокино нашло своё решение у нас, в Советском Союзе».

В газетах и журналах начинают появляться сообщения о съёмках первого стереоскопического фильма, завершающихся в Крыму, о скором открытии в Москве перво-



Стереозкран в зале кинотеатра «Москва» 1941 г.

го в мире стереокино для просмотра объёмных фильмов без очков и каких-либо специальных приспособлений на чудо-экране огромных размеров.

Газета «Московский большевик» 27 ноября 1940 в статье «Поляроидные очки» сообщает о начале демонстрации в декабре 1940 года в зале хроники московского кинотеатра «Художественный» программы цветных и чёрно-белых видовых стереофильмов по очковому методу Николая Адамовича Валюса. И сообщает о скором



Стереопара из экспериментального стереофильма 1939 г.



Кадры из экспериментальных стереоэтюдов (1940)

начале в кинотеатре «Москва» на площади Маяковского демонстрации стереофильма по безочковому методу С. П. Иванова.

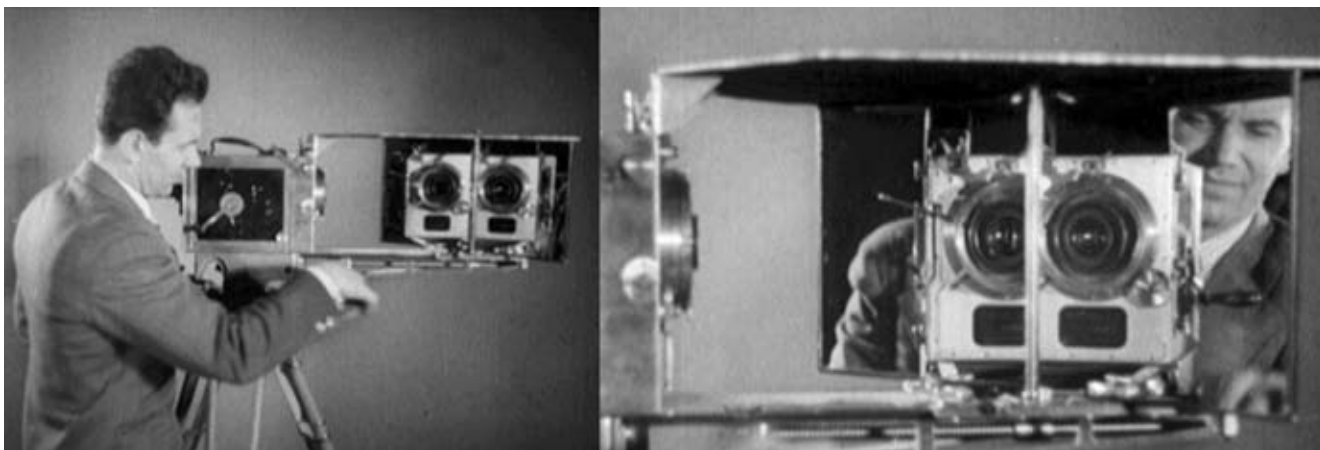
Газета «Правда» 30 декабря 1940 года в заметке «Первый стереоскопический фильм» сообщала о завершении работы над первым стереофильмом и подготовке его к выпуску на экран.

В канун старого Нового года, в ночь с 13 на 14 января 1941 года, на площадь Маяковского к кинотеатру «Москва», один за другим подъезжали правительственные лимузины. Это члены Политбюро ЦК ВКПб прибывали на закрытый просмотр. Главного кинозрителя страны Советов Сталина среди них не было, его подкосил грипп. Руководители страны дважды посмотрели фильм, пересаживаясь по ходу фильма на ближние и дальние ряды, чтобы убедиться, везде ли обеспечен стереоэффект и одинаково хорошо он наблюдается с разных точек зала в каждом из 384 кресел. Они поняли, что капли воды с шара, вылетающего в зал из-за фонтана, независимо от того, где ты сидишь, всё равно упадут на впереди сидящего, а птички подлетят к каждому зрителю и улетят за его спину, в глубь зала. После просмотра они ознакомились с устройством экрана и проекционной аппаратуры. А. А. Жданов и А. А. Андреев поговорили с изобретателем С. П. Ивановым. И тут же дали указание министру кинематографии СССР И. Г. Большакову показать стереоскопический фильм всему составу дипломатического корпуса и всем аккредитованным в Москве иностранным журналистам.

15 января 1941 года газета «Правда» сообщала о состоявшемся накануне общественном просмотре первого стереоскопического фильма на растровом экране в кинотеатре «Москва». Заметка сопровождалась необычной иллюстрацией из двух рядом стоявших вертикальных, на первый взгляд, мало отличавшихся друг от друга, кадров. Это была стереопара из фильма «Концерт (Земля молодости)». Семён Павлович Иванов предложил для съёмки первого стереофильма использовать обычную однообъективную 35-мм кинокамеру и снимать фильм на стандартной 35-мм киноплёнке, установив перед объективом кинокамеры двухзеркальную насадку. Оба кадра



Заметка в газете «Правда» 15 января 1941 г.



С.П. Иванов демонстрирует первый образец съёмочной двухзеркальной стереонасадки к камере «Debrie L»

стереопары, каждый размером 11,25x18 мм, располагались рядом в пределах стандартного кадра немого кинематографа. Между ними размещалась стандартная оптическая монофоническая фонограмма.

Необычный, портретный формат изображения потребовал от оператора Дмитрия Васильевича Суренского и режиссёра Александра Николаевича Андриевского по-новому строить композицию кадра. И они с этой задачей блестяще справились, вписав изображение фильма в непривычные для зрителя пропорции экрана. И руководителям страны, принимавшим картину, и многочисленным представителям прессы и творческой интеллигенции, приходивших на специальные просмотры, новая форма экрана пришлась по вкусу.

21 января 1941 года Управление по контролю за кинорепертуаром Комитета по делам кинематографии при Совнаркоме СССР выдало на стереофильм «Концерт» бессрочное разрешительное удостоверение № 901/41.

И вот, в первые дни февраля 1941 года центральные газеты анонсируют открытие в кинотеатре «Москва» 4 февраля первого театра беззачкового стереоскопического кино системы изобретателя С.П. Иванова, где будет демонстрироваться первый экспериментальный звуковой стереоскопический фильм-концерт. В одиннадцать утра 4 февраля 1941 года зал заполнили первые зрители по билетам. Чудеса начались с первых кадров картины – титры вылетели с экрана и повисали в середине зала. Зрителям казалось, что брызги морских волн вот-вот вырвутся и накроют всех с головой. А Владимир Яхонтов прямо перед вами на выступающей с экрана в зал скале читает строки из поэмы Маяковского «Хорошо».

На экране знаменитая арфистка Вера Дулова. Но вряд ли кто из сидящих тогда в зале знал, что перед ними настоящая русская княгиня из рода Рюриковичей, и она не только демонстрирует с экрана свой исполнительский талант, но и блеск настоящих фамильных бриллиантов. В этом номере концерта авторы фильма впервые в истории стереоскопического кино применили комбинированные съёмки, поместив музыканта в прозрачный шар, висящий в зале над головами зрителей.

Оригинально снятый номер заканчивается настоящим каскадом стереоскопических эффектов – букеты цветов, кажется, прямо из зала летят к ногам Веры Дуловой, а она бросает их обратно в зал, кому-то из зрителей.



Кадр стереопары «Концерт (Земля молодости)» (1941)

Виртуозное исполнение первым советским лауреатом международного конкурса пианистов в Вене Яковом Флиером этюда Листа стало прекрасным музыкальным сопровождением к стереоскопическим видам штормового моря. Фантастическая мелодия органически сливается с потрясающим эпизодом плавающих перед каждым из сидящих в зале золотых рыбок.

Вальс Йоганна Штрауса «Весенние голоса» в исполнении оперной звезды Большого театра Союза ССР Галины Немченко переносит зрителей в буйную неповторимую весеннюю природу Никитского ботанического сада: пальмовую аллею, уходящую в самую глубину экрана, прекрасный розарий, полный благоухающих цветов, мостик, перекинутый над прудом, с которого певица как бы вот-вот перейдёт прямо в зал, но оставшаяся в рампе экрана.

А вот популярный молодой и очень талантливый жонглер Виталий Спевак в конце своего номера прыгивает в зал к зрителям, чтобы собрать выброшенные им с экрана шарики. Его выступление снято так, как будто он выступает на экране, периодически бросая в зал зрителям мячи и шары. Кажется, что мяч угодит прямо в сидящих зрителей, но его ловят «зрители», сидящие в зале на экране.



Семён Павлович Иванов

Неподдельный восторг вызывает сюжет птичьего сада. Птицы влетают на экран прямо из зала и свободно летают перед изумлёнными зрителями, чуть не задевая их крыльями, рассаживаются на ветке, выходящей в зал, раскачиваются на канате, протянутом через весь зал над головами зрителей. В завершение программы зрители попадают на молодёжный карнавал в круговёрть танцев, масок, вылетающих в зал шаров и серпантин. Успех фильма был огромный. Аншлаг на каждом сеансе. Восторженные отклики в прессе.

В конце февраля газета «Вечерняя Москва» сообщала: «ОГРОМНЫЙ УСПЕХ СТЕРЕОКИНО. 90 ТЫСЯЧ ЗРИТЕЛЕЙ В КИНОТЕАТРЕ «МОСКВА». Стереokino произвело потрясающее впечатление. Зритель ощутил в фильме глубину, пространство, воздух, почувствовал перспективу. Люди, вещи, природа получили на экране рельефные очертания, стали объёмными, точно осязаемыми».

Восторженными строками заполняли зрители страницы Книги отзывов кинотеатра. Врачи, учителя, школьники и студенты, рабочие и колхозники, военные и работники творческих профессий делились своими впечатлениями.

Скульптор Сергей Дмитриевич Меркуров написал: «Сначала плоское немое кино, потом цвет, далее звук, а теперь – объём! Для меня, как скульптора, объём – это всё. Мы присутствуем при рождении нового искусства. Ребёнок с колоссальным будущим! Объёмное кино даст многое не только искусству, но и науке и технике. Повторяю, это изобретение с великим будущим!».

«Киноискусство получило новые, очень многообещающие возможности воздействия и выразительности. По-новому и чрезвычайно убедительно воспринимается и ощущается пространство, по-новому работает движение, неожиданно красноречивым и важным становится объём – третье измерение в кино. В арсенале советской кинематографии появилось новое могучее оружие!» – написал пионер отечественного кинематографа кинорежиссёр Яков Александрович Протазанов.

Кинорежиссёр Сергей Иосифович Юткевич написал: «Сегодня я видел рождение новой эпохи нашего искусства – стереокино».

А 15 марта 1941 года все газеты страны опубликовали список лауреатов Сталинской премии. Среди них был и создатель отечественной системы безочкового стереокино Семён Павлович Иванов, награждённый Сталинской премией 2-й степени в размере 50 тысяч рублей.

Продолжительность демонстрации первого стереофильма была всего 40 минут, поэтому количество сеансов в отдельные дни доходило до 13. И за два с половиной месяца фильм просмотрело уже более 375 тысяч зрителей.

На волне такого успеха Комитет по делам кинематографии при Совете народных Комиссаров СССР разработал целый план мероприятий по дальнейшему усовершенствованию и развитию стереокино в нашей стране. Его выполнение было под личным контролем Председателя Комитета Ивана Григорьевича Большакова, тем более что Советское Правительство, придавая особо важное значение развитию изобретённого в СССР безочкового стереоскопического кино, обязало Комитет по делам кинематографии и ряд других организаций обратить на это дело самое серьёзное внимание.

Для дальнейшего совершенствования и улучшения стереоскопического кино в НИКФИ была создана специальная лаборатория, которой было поручено заниматься не только вопросами изображения, но и разработкой стереофонического звукового сопровождения объёмных фильмов.

Полным ходом развернулись работы по переоборудованию для стереоскопического показа кинотеатра «Колосс» на Манежной площади в Ленинграде. Вслед за ним должен был открыться стереокинотеатр и в Киеве. До конца 1941 года планировалось изготовить ещё 12 стереоэкранов и установить их в крупнейших кинотеатрах по всей стране.

Сам стереофильм «Концерт» планировалось дополнить новыми музыкальными, балетными, а также цирковыми номерами с морскими львами популярной дрессировщицы Тамары Тимофеевны Сидоркиной-Брок.

В апреле 1941 года режиссёр А. Н. Андриевский и оператор Д. В. Суренский в срочном порядке выехали в Крым, где ударными темпами сняли игровую стерео-



Выступает Тамара Сидоркина-Брок

скопическую короткометражку «Неистовый рыболов» с известным клоуном Карандашом в главной роли. Съёмки фильма проходили в окрестностях Ялты – Мисхоре и Верхней Массандре, а обработка плёнки, монтаж и озвучание на Ялтинской киностудии – крымском филиале киностудии «Союздетфильм». В мае фильм был готов. Первый просмотр, но не на стереоэкране, состоялся на киностудии в Ялте. А вот в стереоскопическом варианте фильм его создателям удалось посмотреть в Москве ночью только во второй половине июня. Почему ночью? Да просто потому, что поток зрителей не снижался. Пять месяцев проката – сплошной аншлаг! Полмиллиона зрителей!

Но в судьбу фильма, как и в судьбы людей и страны, вмешалась война... Сеансы первого стереофильма прекратились. В суматохе первых дней войны бесследно исчез «Неистовый рыболов», так и не представ перед зрителями. Репертуар кинотеатров заняла оборонная тематика. Всем было не до стереокино.

И, казалось бы, на этом и закончится история первенца советского стереокино. Но оказалось, что нет.

В день советского кино, 27 августа 1943 года, в газете «Известия» появилась следующая заметка: **«Новый экран для стереоскопического кино. Изобретатель советского стереоскопического кино лауреат Сталинской премии С. П. Иванов и режиссёр А. Н. Андриевский разработали новый, усовершенствованный метод изготовления светосильных экранов для стереоскопических (объёмных) изображений. В отличие от прежнего стереоэкрана новый экран, имеющий зеркальную поверхность, даёт более яркое и чёткое изображение, требует значительно меньше электроэнергии. Экран состоит из 2 тысяч микроскопических конических линз различной кривизны.**

Испытание экрана в научно-исследовательском кинофотоинституте показало хорошие результаты. По заданию Комитета по делам кинематографии лаборатория стереокино переходит на изготовление этих экранов. Новая конструкция экрана позволяет использовать его в любом кино».

А через 6 дней, 2 сентября 1943, в той же газете напечатали: **«Возобновление стереоскопических киносеансов. В помещении кино «Москва» возобновляется деятельность единственного в СССР стереоскопического (объёмного) кинотеатра. В первую его программу включена заснятая стереоскопическим способом хроника жизни детей столицы в дни Отечественной войны. Режиссёр Андриевский и оператор Суренский запечатлели на экране работу московских детских домов, дворцов пионеров, модельных мастерских и др.»**

Последнее сообщение позволило нам получить документальное подтверждение не только факта возобновления стереопоказа в годы Великой Отечественной войны, но и того, что по первой системе С. П. Иванова был, действительно, снят третий стереофильм, фильм, получивший прокатное название «Дети в дни Отечественной войны». И позволило мне атрибутировать сохранившуюся у



Кадр стереопары из фильма «Дети в дни Отечественной войны» (1943)

сотрудника лаборатории стереокинематографа НИКФИ Анны Ефимовны Слабовой срезку с кадрами по системе «Сtereo 35/11x18».

Пожалуй, эта срезка – всё, что осталось из фильма. Очень жаль, что фильм не сохранился. Как не сохранился и четвёртый фильм, снятый по первой системе С. П. Иванова – «По следам врага». Это был документальный стереофильм о разрушениях, нанесённых фашистами в пригородах Ленинграда – Пушкине, Петергофе, Пулковое.

Сегодня только в номере газеты «Известия» от 9 сентября 1944 года удалось найти впечатления от просмотра этого фильма, написанные известным журналистом



Петродворец. Руины Большого дворца и фонтанов



Николай Михайлович Долгополов

и киносценаристом, обозревателем газеты по вопросам культуры Михаилом Николаевичем Долгополовым: «Этот фильм оператор Д. Суренский снимал не в павильоне, где создаются специальные условия для съёмки, а на натуре, в местах, которые незадолго перед этим были освобождены от фашистских захватчиков. Воздействие на зрителя стереохроники значительно сильнее обычного документального фильма. Оператор снял красивые когда-то окрестности Ленинграда – город Пушкин, Петродворец, Пулково, варварски разрушенные немцами. Со стереозэкрана в зрительный зал свисают балки железных конструкций дворцов, словно над нашими головами печально качаются верхушки обгорелых деревьев; связисты, восстанавливая телефонные линии, будто вытягивают оборванную проволоку прямо из... зала. Отступая под ударами Красной Армии из окрестностей Ленинграда, фашисты дьявольски заминировали всё то, что они не успели сжечь или разрушить, и, когда наши сапёры ищут запрятанные мины, их миноискатели, протянутые вперёд, кажется, вот-вот готовы коснуться зрителей, сидящих в кинозале. Сильное впечатление производят виды разрушенных знаменитых фонтанов в Петродворце, смонтированные с кадрами старых стереосъёмок, показывающими их во всей красоте и динамике».

Кадрами «старых стереосъёмок», упомянутыми Михаилом Николаевичем в статье, были кадры фонтанов Петергофа из стереофильма «Концерт». Кадры эти истинно уникальны, кадры исторические, сохранившие для нас подлинники некоторых фонтанов. Знаменитый фонтан «Самсон» сильно пострадал в ходе немецкой оккупации во время Великой Отечественной войны. Оригинальная статуя была безвозвратно утрачена. Статуя была восстановлена на основе архивных данных, фотографий и работ М. Козловского в 1947 году скульпторами Н. Михайловым и В. Симоновым. Подлинный «Самсон» остался для нас только на киноплёнке и в объёме в стереофильме «Концерт», да ещё снятый с разных точек. Стереофильм сохранил для нас и фонтан «Пирамида», полностью изуродованный фашистами. «Пирамида» была восстановлена только в 1953 году И. Смирновым и бригадой слесарей-фонтанщиков П. В. Лаврентьева, с сыновьями Павлом и Владимиром.

Начиная с 1944 года, возобновились работы по совершенствованию систем съёмки и проекции стереофильмов. Была разработана технология изготовления линзо-растровых экранов размером до 10 м² и новый формат кадра стереопары «Сtereo-35/19». В этом же году начались подготовительные работы к съёмкам полнометражного игрового стереофильма «Робинзон Крузо».

После победного завершения Великой Отечественной войны работы в области объёмной кинематографии продолжились введением нового формата стереокадра и выпуском на новый линзо-растровый экран в новом московском кинотеатре «Стереokino» на площади



Кадр стереопар фонтана «Самсон» из фильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)



Кадр стереопары фонтана «Пирамида» из фильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)

Свердлова стереофильмов «Робинзон Крузо» и, вслед за ним, кинокомедии «Машина 22–12».

Конец сороковых годов ознаменовался частой сменой систем съёмки и проекции отечественных стереоскопических фильмов, связанной с поисками более высокого качества изображения. На экран выходили новые стереофильмы, снятые в новых системах. Старые системы уходили в прошлое, делая невозможным просмотр фильмов, снятых в предыдущих системах.

Самым большим долгожителем стала система «Стерео-35 кадр над кадром», призванная устранить многие недостатки первых систем отечественного стереокино, разработанная в 1950 под руководством Наума Давидовича Бернштейна и Андрея Григорьевича Болтянского в НИКФИ. Почти двадцать лет герои и сюжеты стереофильмов, снятых по этой системе, ежедневно собирали полные залы шести стереокинотеатров страны, поражая зрителей удивительным миром стереозффектов.

Время и техника шли вперёд. Растровые экраны и безочковый метод заменил метод поляризационный, а систему «Стерео-35 кадр над кадром» система "Стерео-70" на 70-мм киноплёнке. Десятки стереокинотеатров по всей стране и в нескольких зарубежных, даже капиталистических странах, демонстрировали фильмы по этой системе, награждённой американским Оскаром за высокое техническое качество в 1991 году.

А дальше? Дальше тишина. Широкоформатная плёнка уходила в прошлое, демонтировались 70-мм проекторы, закрывались широкоформатные кинотеатры, а соответственно, и стереоскопические. Сегодня мало где найдётся проектор для 70-мм киноплёнки, а что говорить о старых специальных проекторах для систем стереокино 40-х, 50-х и 60-х годов прошлого века!

Но как тут не вспомнить пословицу «Нет худа без добра».

XXI век пришёл с новым качеством и новым стандартом проекции, плёнка повсеместно заменялась цифрой. Приход цифровых технологий в одночасье совершил чудо. И чудо это заключалось в том, что практически любой фильм, в каком бы он формате и на какой бы плёнке не был снят, можно отсканировать и демонстрировать в цифровом формате. Для старых стереофильмов цифра стала доброй феей, возвращающей к жизни, казалось бы, навсегда недоступные по техническим причинам фильмы. Среди них на долгие годы затерялся и первенец отечественного стереокино «Концерт (Земля молодости)». И вот появилась надежда увидеть этот фильм.

Свою идею вернуть к жизни первый стереофильм я рассказал первому заместителю генерального директора Госфильмофонда России Владимиру Юрьевичу Дмитриеву. Безусловно, что в первую очередь мне самому хотелось увидеть этот фильм. А поскольку из всех ныне живущих никто этот фильм не видел, да и упоминался он по большей части в специальной литературе, то среди аргументов в пользу необходимости его восстановления я назвал грядущее в 2011 году 70-летие его выпуска на экран.

И сам того не сознавая, что именно так и будет, поскольку фильм не видел, сказал Дмитриеву, что «Концерт» будет настоящей «бомбой» на предстоящем кинофестивале «Белые столбы-2011» и поразит всех зрителей не меньше, чем триумфально шедший в прокате «Аватар 3D». К моей радости, Владимир Юрьевич не только не возражал, а сразу дал согласие на этот проект.

Как стволы белоснежных берёз, в фильмохранилищах Госфильмофонда России тянутся ветвями ввысь тысячи коробок с негативами отечественных фильмов, образуя могучее древо истории национального киноискусства. У каждой коробки есть свой адрес и свой паспорт в картотеке отдела технического контроля Госфильмофонда России. В паспорте, как в медицинской книжке, занесены все параметры фильма, его состояние, его «болезни» и методы лечения. А в некоторых и приговор на пожизненное хранение, но без возможности дальнейшего использования по причине ветхости или нестандартности плёнки или, что с приходом цифры уже не так страшно, — отсутствия необходимого проекционного оборудования.

«Концерт» по паспорту был абсолютно «здоров» и снят был на стандартной 35-мм плёнке со стандартным размером перфораций. Все семь частей его негатива и семь частей негатива фонограмм почти семьдесят лет не выходили из стен хранилища и внешне выглядели как новенькие. Но при полной внешней жизнеспособности, среди прочих характеристик, в паспорте указывалось на большую усадку нитроплёнки, аж целых 1,5%.

Началась подготовка к сканированию. Специалисты ОТК взяли за подготовку негатива: промывка, просушка, проверка склеек и целостности перфораций. В Госфильмофонде удивительные мастера работают, редкие уходящие профессии по реставрации плёнки. Многим из них уже давно «за», а трудятся. Их руками «починены» тысячи метров бесценных негативов. Многие из них, кто виртуозно склеивает обрывы или восстанавливает перфорации, отчищает грязные пятна на плёнке, особенно и не задумываются, а что на ней, что это за фильм, да и фильмы они смотрят редко — для них эта плёнка как пациент, а они врачи и их задача, чтобы больной выздоровел. Они хорошие «врачи», умеющие не только вылечить, но и предупредить «болезнь».

Вот из этих золотых рук семь коробок негатива попали на участок цифровой работы с фильмовыми материалами Госфильмофонда. Его начальник и главный специалист Владимир Николаевич Котовский, огромная любовь которого к отечественному кинематографу, помноженная на технические знания и опыт, претворяют в жизнь программу оцифровки и восстановления лучших фильмов советского и российского кинематографа. Благодаря упорному и кропотливому труду его руками возвращены и возвращаются к жизни шедевры мастеров отечественного кинематографа.

Вместе с Котовским мы уже восстановили несколько довоенных трёхцветных мультфильмов, работали над

восстановлением панорамного трёхплёночного фильма «Опасные повороты». Работали дружно, вместе радовались удачам, решали сложные проблемы. А главное – наша работа была нам в радость, и у нас всегда было обоюдное желание самим увидеть и вернуть к жизни фильма, по техническим причинам много лет не доступные зрителям.

В конце февраля был назначен день начала сканирования «Концерта». Я приехал в Белые столбы к Котовскому. Вот они, заветные коробки. Зарядка в сканер. Настройка, запуск. Первые кадрики прошли фильмовый канал сканера. На мониторе появляются кадр за кадром с титром «Советское стереоскопическое кино»... И вдруг сканер останавливается, новый пуск, кадр, второй, третий, и изображение начинает съезжать. Усадка! Полтора процента! Перфорация не попадает на зубья. Праздник закончился. Есть огромный риск порвать негатив, а он единственный. Сканирование прекратили. Владимир Николаевич печально сказал, что, видимо, не получится, придётся ждать, когда Госфильмофонд получит новый сканер для сканирования усадочных киноматериалов. Я ехал в Москву полностью расстроенный. Когда он будет, этот сканер? Через год или через два. А может, и не будет вообще. Мечта не сбылась. Увидеть не удастся. А в следующем году 70-летие фильма, который все семьдесят лет так никто и не видел.

Мы продолжали работать над восстановлением панорамного фильма. Котовский в Белых столбах, я – в Москве. Периодически созванивались, я иногда приезжал в Госфильмофонд, но о «Концерте» не вспоминал. А чего вспоминать – сканера нового нет.

Однажды, в конце октября, раздался звонок. Владимир Николаевич сообщил, что готова фонограмма к «Опасным поворотам». И спрашивает, как у меня со временем, успею ли я до фестиваля сделать реставрацию «Концерта». Я удивился и спросил: «какого ещё Концерта?». И услышал в ответ: «Стереоскопического».

Чудо произошло! Нет, новый сканер не появился. Просто Владимир Николаевич и его сотрудница Юлия Размотнёва, в тайне от меня (хотели сделать сюрприз, да и не в характере Котовского опускать руки, фамилия обязывает, хотя к однофамильцу он отношения не имеет) всё лето возвращались к сканированию «Концерта», и им это удалось.

Я получил сканы и был крайне удивлён – передо мной были сканы всех семи частей фильма. Откуда первая часть, ведь она не пошла? Оказывается, я невнимательно смотрел карточку на фильм в ОТК. А в ней значились ещё и 13 коробок подсобного материала к фильму. Владимир Николаевич выписал эти коробки из хранилища и в коробке № 1 нашёл смонтированный негатив первой части фильма. Этот негатив успешно удалось отсканировать, и получился фильм в полном комплекте.

Я занялся реставрацией. Выравнивание вертикального параллакса, покадровая ретушь – царапин и точек было предостаточно. Надо было убрать междуплановые склейки, стартовые номера. Надо было отработать опре-

делённую технологию, понять, что можно из методов покадровой реставрации обычных фильмов применять при реставрации стереопары, а что – нет. Особые сложности были с кадрами воды. Море бушует – в правом ракурсе выбоина, а в левом нет. Взять кусок из предыдущего кадра и закрыть выбоину, как это делается в обычном фильме, не годится. В стереокино правый и левый ракурсы должны иметь одинаковую картинку. Приходилось делать замену и вставки в обоих ракурсах, потихоньку выработывался алгоритм реставрации, нарабатывались приёмы и методы. Процесс шёл. Но мысль о том, что это за подсобные материалы, не выходила из головы, особенно когда завершилась реставрация первой части фильма, той, что удалось из подсобных материалов отсканировать. Все планы этой части и по сюжету, и по длине полностью соответствовали монтажному листу на фильм. Получается, что это был второй негатив первой части фильма. Но что тогда лежит в оставшихся двенадцати коробках? Там могут быть цветоделённые негативы фильма, и тогда можно будет восстановить цветной вариант. Эта мысль не покидала меня.

Дело в том, что в многочисленных газетных и журнальных статьях, посвящённых фильму, у нас и за рубежом, в восторженных отзывах зрителей нередко указывается на наличие цветных кадров или фрагментов в фильме. В уже известной нам публикации в газете «Правда» от 15 января 1941 года написано: «Отдельные фрагменты картины – цветные». Сам С. П. Иванов в первом номере за 1941 год американского журнала «International Projectionist» написал: «Some sections of the film are in color» (Некоторые части фильма в цвете). Что это были за эпизоды или только отдельные кадры в эпизодах, ни в одной из публикаций не указывалось.

Указание на цвет появляется в монтажном листе на фильм единственный раз в описании предпоследнего кадра картины, где из глубины экрана в зрительный зал выдвигается земной шар. И в монтажном листе написано: «Остановился как раз в том месте, где перед глазами зрителей стал ясно виден в красном цвете СССР». Из этого упоминания о красном цвете можно сделать вывод, что последний кадр фильма был точно цветной. И только статья «Первый объёмный фильм», опубликованная 19 января 1941 года в Литературной газете, утвердительно сообщает: «Сеанс заканчивается цветным короткометражным объёмным фильмом «Земля молодости». То есть имелся ввиду финальный номер фильма «Карнавал юности».

Но среди отсканированного материала фильма были обычные негативы на чёрно-белой плёнке Kodak. И только последний, седьмой эпизод, «Карнавал юности» был снят на чёрно-белой негативной плёнке Agfa и совершенно не нравился мне по качеству. Чем больше я с ним работал, тем больше у меня появлялось подозрение, что этот не совсем резкий, с плохой передачей градаций чёрно-белого изображения, резко отличавшийся от отличного качества на негативе Kodak, негатив Agfa есть не что иное как красно-оранжевый цветоделённый

негатив из двухцветного комплекта Бипак Agfa. То, что цветные фрагменты этого фильма могли снимать только по двухцветному методу Бипак, у меня никаких сомнений не было. Во-первых, по тому, что уже в ноябре 1931 года была завершена разработка отечественного метода двухцветной съёмки по методу Бипак камерами «Debrie» и «Bell and Howell». Во-вторых, потому что для съёмки по системе Иванова использовалась камера «Debrie», и зарядить в неё вместо обычной чёрно-белой негативной плёнки Бипак для съёмки двухцветным методом цветного варианта нужно было только желание и плёнка.

Суть процесса съёмки по методу «Бипак» заключается в использовании двух плёнок, сложенных эмульсионными сторонами и вместе идущими в фильмовом канале специальной или обычной кинокамеры. Для получения двух цветоделённых фотографических изображений Луи Дюко дю Орон (Louis Ducos du Hauron) предложил Бипак ещё в 1895 году. Но только в 1904 году в г. Берне Гертнер (Hertner) впервые описал и произвёл фотографическую съёмку по методу Бипак на стеклянных пластинках (передняя – низкочувствительная хлористая или хлоробромосеребряная эмульсия, чувствительная к синим и фиолетовым лучам, задняя – чувствительная к oran-

Наклейка на коробку комплекта негативных плёнок «Agfa bipack film»



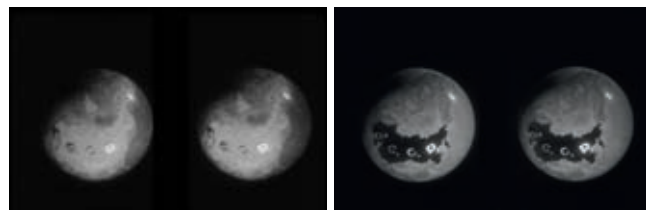
жевым и красным лучам). Таким образом, разделение цвета и получение цветоделённых негативов получается за счёт использования двух различных негативных плёнок, чувствительных к своим зонам спектра.

В кинематографии передняя плёнка (в отечественном кинопроизводстве получившая название «Фронт-фильм») – ортохроматическая, чувствительная к сине-зелёным лучам, и съёмка на неё производится без дополнительного фильтра – передний негатив фиксирует сине-зелёный участок спектра. «Фронт-фильм» обращён к объективу целлулоидом, через который и экспонируется. Задняя же плёнка экспонируется через переднюю, служащую одновременно оранжево-красным светофильтром, который нанесён на её эмульсию и при проявлении смывается.

Задняя плёнка («Рюк-фильм») – панхроматическая, практически чувствительная (хотя и не совсем одинаково) ко всем цветам видимого спектра. Но из-за того, что на эмульсии передней плёнки полит красный фильтрующий слой, то на заднюю плёнку проходит только красно-оранжевый участок спектра. Следовательно, на «Рюк-фильме» фиксируется красно-оранжевый участок спектра. Таким образом, одновременно экспонируются два негатива, полностью совпадающие по контуру, без временного и пространственного параллакса. С двух

цветоделённых негативов производится печать на специальную позитивную плёнку «Дипо-фильм», политую эмульсией с двух сторон. Каждая из них вирируется в соответствующий цвет, дополнительный к цвету, в котором снимался негатив.

Несмотря на то, что процесс «Бипак» применялся в цветной кинематографии с 1913 года, первый патент на него был выдан только в 1926 году. В конце двадцатых годов XX века крупные киноплёночные фирмы начали выпуск комплектов плёнок для съёмки по методу «Бипак». Наши разработчики провели тщательный анализ выпускавшихся на Западе комплектов Бипака, и в отечественном двухцветном процессе в основном стали использовать комплект плёнок Бипак «Agfa bipack film» (Передняя плёнка – ортохроматическая, чувствительная к зелёному и синему свету; задняя плёнка – панхроматическая, чувствительная только к красно-оранжевому свету), как наиболее лучший из всего ассортимента. После проявления сине-зелёный «Фронт-фильм» и красно-оранжевый «Рюк-фильм» цветоделённые негативы печатались на двухстороннюю плёнку «AgfaDipoFilm», затем одна сторона «дипофильма» вирировалась в красно-оранжевый цвет, другая – в сине-зелёный.



РЮК ФИЛЬМ
(красно-оранжевый)

ФРОНТ ФИЛЬМ
(сине-зелёный)

Цветоделённые чёрно-белые позитивы Бипак по двухцветной советской системе цветного кинематографа из цветного варианта шестого фрагмента стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)

Внедрение отечественной двухцветки в кинопроизводство началось на киностудии «Межрабпомфильм», в конце 30-х годов переименованную в «Союздетфильм». Здесь, на киностудии «Межрабпомфильм», режиссёр Николай Владимирович Экк, операторы Ф. Ф. Проворов и Г. А. Рейсгоф в январе 1933 года провели первые экспериментальные съёмки по двухцветному методу в павильоне и на натуре для первого цветного полнометражного игрового фильма «Груня Корнакова». Результаты эксперимента превзошли все ожидания, и фильм был запущен в производство. 11 июня 1936 года в количестве свыше 60 цветных копий первый советский цветной полнометражный художественный фильм «Груня Корнакова» (Соловей-соловушка) был выпущен на экран.

Таким образом, ко времени съёмок первого стереоскопического фильма двухцветный метод цветной съёмки был освоен и применялся в кинопроизводстве на студии «Союздетфильм» – на плёнке Бипак Agfa. Негативная плёнка седьмой части Agfa была панхроматическая, и что самое

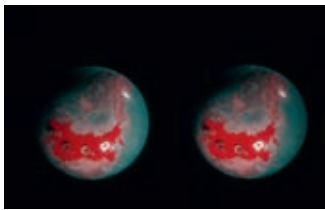
интересное, что территория СССР, описанная в монтажном листе как красная, на этом позитиве была белая. Это говорило о том, что это не просто брак, а именно цветоделённый позитив «Рюк-фильм». В противном случае, красный цвет на чёрно-белом позитиве должен был быть тёмносерым.

Так что же в этих оставшихся коробках? Главный специалист по качеству-начальник ОТК Госфильмофонда Ирина Валерьевна Васина любезно помогла устроить визуальный просмотр этих негативов. Помчался в Белые столы. Коробки ждут на просмотрном столе. Белые перчатки на руки. Решил начать просмотр с конца, с тринадцатой коробки.

Есть! Ортохроматическая негативная плёнка Agfa, а на ней «Карнавал юности». И предпоследний план на плёнке – земной шар. На земном шаре территория СССР на позитиве будет абсолютно чёрная. Это точно сине-зелёный цветоделённый негатив.

Кому как, а мне тринадцатое – счастливое число!

Вскрываем коробку за коробкой. Находим цветоделённые негативы Веры Дуловой, Виталия Спевака, Птичьего сада и ещё один короткий вариант «Карнавала юности». В остальных коробках чёрно-белые варианты Галины Немченко, Якова Флиера и первой части фильма с Владимиром Яхонтовым.



Восстановленная стереопара из цветного варианта седьмого фрагмента стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)

На дворе декабрь. До фестиваля ещё целый месяц. Можно попробовать восстановить и цветной вариант. Не весь, конечно. Хорошая идея. Да ещё стало известно, что накануне фестиваля в Белых столбах пройдёт Госсовет по кино с участием Президента. Вот здорово будет удивить участников не только нашим, семидесятилетней давности стереофильмом, но и довоенным советским цветом.

Но как говорят, не всё коту масленица! Не прошёл сканирование ни один из цветоделённых негативов. Усадка! Усадка! Полтора процента! Опять перфорация не попадает на зубья. Опять праздник закончился. Но Владимир Николаевич Котовский, уже видевший первые результаты восстановления в объёме, совершил невозможное – отсканировал покадрово на телекино цветоделённые негативы «Птичьего сада», остальное не удалось.

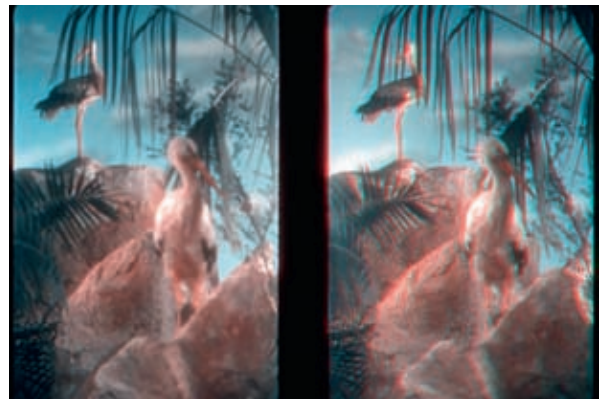
Времени было впритык. Вот она, усадка в полтора процента. Сводишь цвет на левом ракурсе, правый разъезжается, и наоборот. Пришлось каждый ракурс стереопары сводить раздельно. А это время, которого уже почти не было.

А тут новое «несчастье». Ни одна из фонограмм не совпадает с чёрно-белым вариантом. Всё несинхронно. Кое-как удалось подтянуть фонограмму Галины Немченко, да и то только на крупных планах. Яхонтов! Он в кадре рот открывает, а на фонограмме тишина. И главное, текст в монтажном листе полностью совпада-

ет с фонограммным. Другого нет. Но не приложишь же зрителям монтажный лист к экрану, мол, вот смотрите тут пусто, а Владимир Яхонтов что-то сам себе говорит. Что делать? Решил вставить шум моря, волны, мол, голос заглушают. Хорошо, что сегодня мало кто помнит поэму В. В. Маяковского «Хорошо» и не задаёт вопросы, что он – Яхонтов там отсебятину говорит втихаря.

Еле-еле удалось подтянуть фонограмму Якова Флиера, и то в расчёте на то, что не все в зале пианисты и следят за аппликатурой. У Дуловой спасли фонтаны. В общем, как-то выкрутился. Но для себя фонограммный вопрос оставил на будущее. Представляя картину зрителям, сказал, что фонограммы рабочие, а других не сохранилось – чем богаты, тому и рады. Можно было и не говорить. Зрители, замороженные, смотрели на экран, живо реагируя на все стереоэффекты, как дети, шарахаясь от летящих предметов, и аплодировали.

Мы с организаторами фестиваля договорились не упоминать нигде о цветном фрагменте и пустили его после окончания чёрно-белого варианта. Это был последний удар по зрителям. Это был триумф советского стереокино, ещё один триумф через семьдесят лет. В этот вечер только и разговоров было о том, что мы в области



Пример влияния усадки при восстановлении стереопары из цветного варианта шестого фрагмента стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)

стереокино были первыми, и что «Аватар», суперсовременный по сравнению с нашим ископаемым, может отдышать. Для многих этот вечер стал открытием, что у нас вообще стереокино было, и было ещё до войны.

На этот просмотр приехал старейший наш стереокинематографист, заведующий лабораторией стереоскопического кинематографа НИКФИ Сергей Николаевич Рожков. Он меня консультировал во время реставрации и, собственно, был первым с Котовским зрителем. На просмотре мы сели рядом, но весь фильм пробежали по залу, как члены Политбюро в 1941 году, убеждая себя, что со всех мест стереоэффект отличный.

Но только после просмотра мы с Сергеем Николаевичем вдруг синхронно поймали себя на той мысли, что все параметры фестивального зала в Белых столбах: высота экрана, расстояние до первого ряда, расстояние



Восстановленная стереопара из цветного варианта фрагмента с участием Веры Дуловой из стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)



Восстановленная стереопара из цветного варианта фрагмента с участием Виталия Спевака из стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)



Восстановленная стереопара из цветного варианта фрагмента «Карнавал юности» из стереофильма «Концерт (Земля молодости)» (1941)

от экрана до пола и прочее точно такие же, как и в кино-театре «Москва» в 1941 году. А это значит, что все эффекты, рассчитанные на растровый экран, были такими же. Только смотрели уже в очках. Вот это было здорово. Через 70 лет увидеть фильм так, как его смотрели наши дедушки и бабушки.

Так, да не так. Финал-то был цветной, а у нас – чёрно-белый. И звук тогда был синхронный, а у нас кое-как

подогнанный. Почему это произошло? Действительно, положили и сдали рабочие фонограммы, а куда делись настоящие? Война началась. Хорошо хоть эти остались. Если записи Флиера и Дуловой ещё можно найти в радиофонде, то Галину Немченко вообще никто не записывал. Это единственная её съёмка и звукозапись. Вообще – дарёному коню на зубы не смотрят.

Время шло. Мы с Владимиром Николаевичем восстановили несколько трёхцветных мультфильмов. Удачно получилось восстановить первый советский двухцветный фильм «Карнавал цветов», положивший начало освоению цвета в отечественном кино. Отреставрировали и вернули на экран десяток советских стереоскопических фильмов 40–50-х годов.

Наконец, появился новый сканер, рассчитанный на работу с усадочными архивными материалами. Пришло время тринадцати коробок подсобного материала к стереофильму «Концерт». И сразу же при первом прикосновении к новым сканам появились новые вопросы.

Сюжет с Флиером в подсобных материалах идёт вторым за Яхонтовым, а Немченко – третьим. В начале сюжета Флиер идёт по аллее из глубины кадра и только на втором плане поднимается на террасу к роялю, как в монтажном листе. А в одной из газетных публикаций 41-го года этот сюжет описывают именно так, как он представлен на ролике из подсобных материалов. Но самое интересное, что фонограмма абсолютно синхронно подходит именно к этому ролику, и аппликатура на клавишах практически везде совпадает. Жаль, что этот ролик только чёрно-белый. Как и вариант с Галиной Немченко, хотя газета «Известия» 15 августа 1940 года, рассказывая о съёмках этого эпизода для первого стереофильма, писала: «Красочен её костюм, звучит песня, как в знакомом цветном и звуковом кино. Но это ещё и стереоскопическое, объёмное кино. Поэтому артистка выходит из рамки экрана, вступает в зрительный зал, поёт среди зелёных деревьев и кустов, которые хочется потрогать руками, – настолько полна иллюзия настоящей жизни». Хотя процитированный текст вполне мог быть и фантазией безымянного журналиста. Но как ни странно – единственная фонограмма сразу же синхронно легла под изображение Галины Немченко. Все фонограммы, асинхронные с основным материалом, оказались синхронными с материалом подсобным.

Почему цветоделённый Фронт-фильм «Карнавала юности» попал в подсобные материалы, а Рюк-фильм в основные, стало понятно сразу – в Рюк-фильме есть титр, а Фронт-фильм начинается с первого кадра за титром. Но остаётся загадкой, почему цветные варианты Вера Дулова, Виталий Спевак, Птичий сад и более полные и синхронные чёрно-белые варианты Флиера и Немченко попали в подсобные материалы.

А может быть, подсобные чёрно-белые и цветные варианты и являются основными?

Получим ли мы когда-нибудь ответ на этот вопрос? Не знаю... ■