

Мир Кино

ТЕХНИКИ

ИЮЛЬ–СЕНТЯБРЬ | 3(21)-2011 |

**ПОСТРОЕНИЕ
И ВОСПРИЯТИЕ
РЕАЛЬНОСТИ**

**В ФИЛЬМАХ
С КОМПЬЮТЕРНЫМИ
СПЕЦЭФФЕКТАМИ**

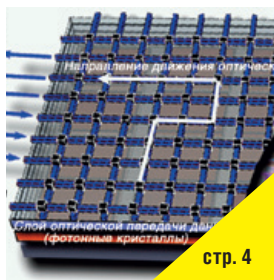
**СОВРЕМЕННАЯ
ОБЪЁМНАЯ
МИКРОСКОПИЯ:
ОТ 3D-СТЕРЕО К 4D**

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ
СТОРОНЫ ПЛАСТИКИ
И ПРИЁМОВ СЪЁМКИ
В СОВРЕМЕННОМ
(3D) КИНО**

ЗРИТЕЛЬНЫЙ ДИСКОМФОРТ

**ПРИ ВОСПРИЯТИИ
СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ**

№ 21 СОДЕРЖАНИЕ



стр. 4

Новости, обзоры

А. Мелкумов

Стереokino. Международная конференция в г. Торонто (Канада), июнь 2011 года

2

Технологии

С.Б. Бирючинский

Современная объёмная микроскопия: от 3D-стерео к 4D

4

А.С. Волков, В.Н. Кузьмин

Метод коррекции спектральной чувствительности многоэлементных фотоприёмников для колориметрических измерений

8

Г.И. Рожкова, С.В. Алексеев

Зрительный дискомфорт при восприятии стереоскопических изображений как следствие непривычного распределения нагрузки на различные механизмы зрительной системы

12

А.Е. Белозёров, Г.И. Рожкова

Вариабельность предельной величины положительных экраных параллакс

22

И.Г. Дауров

Отрицательные стороны пластики и приёмов съёмки в современном стерео (3D) кино и пути преодоления данной проблемы

27

А. Седловский

Построение и восприятие реальности в фильмах с компьютерными спецэффектами

33

Страницы истории кино

А.А. Тимофеев

Экономические аспекты развития кинематографа

37

Н.А. Майоров

Широкоформатные системы кинематографа

43

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

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

Электронная версия www.elibrary.ru

Подписной индекс Роспечать: № 81923

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

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

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

Отпечатано в ООО «Типография ПАРАДИЗ»
Объём 6,0 п.л. Заказ № 2249.
Тираж 1100 экземпляров.

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

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

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



Стереokino.

Международная конференция в г. Торонто (Канада), июнь 2011 года



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

■ В период с 11 по 14 июня 2011 года в г. Торонто проходила международная конференция по вопросам развития стереокино на современном этапе. По информации организаторов в конференции приняли участие 5786 человек (Screen Daily News).

С новым ренессансом стереокино в мире наблюдается бум на всякого рода конференции и семинары, в которых задействована аббревиатура 3D. Конференция, которой посвящена данная публикация, заслуживает отдельного внимания. В первую очередь, следует сказать о её организаторе – консорциуме 3D FLIC (3D Film Innovation Consortium), что было бы поучительно для наших кинематографистов. Инициатором создания такого консорциума стал Йоркский университет в г. Торонто. Его задачей является объединение «стереоскопистов» – учёных, конструкторов, технологов и офтальмологов, с лидерами кинопроизводства – продюсерами, режиссёрами, операторами и представителями других смежных профессий. Такое объединение необходимо было для обмена опытом и координации работ в области развития стереокино и что немаловажно, далее цитирую из декларации: «leaders to solidify Toronto's place in the international S3D arena» – для укрепления позиций Торонто на международной арене стереокино.

В отличие от всех предыдущих конференций, которые автор посещал на протяжении последних пяти лет, и даже в отличие от первой 3D конференции SMPTE, которая проходила в Нью-Йорке в июле 2010 года, данная конференция, благодаря организаторам, стала по духу и содержанию действительно и научной, и практической. Этому сопутствовал ряд факторов: критерий в отборе докладов и сообщений,

тем дискуссий и мастер-классов, участие офтальмологов, занимающихся проблемами человеческого зрения, а главное – аудитория, в которой конференция не испытывала недостатка, ежедневно с 9 утра до 9 вечера на протяжении нескольких дней.

Интересным и отрадным фактом, свершившимся на данной конференции, был возврат от новомодной аббревиатуры 3D к старой терминологии stereoscopic. Всё чаще в докладах и сообщениях звучала терминология в такой трактовке, как stereo image, stereo picture, stereo view и т.д. Если и употреблялась аббревиатура 3D, то с обязательным префиксом «Stereoscopic» – S3D. Несложно понять, что в нашей лексике это звучало бы как «масло масляное».

Первая реакция на приглашение принять участие в первой международной конференции, как её позиционировали сами организаторы, недоумение – почему так поздно? После почти трёхлетнего триумфального возрождения 3D и уже так быстро наметившейся рецессии в этой области, решиться организовать научную конференцию?! Но именно в этом и заключался академический характер данного мероприятия. После всей суеты и лозунгов – «самые первые и самые лучшие» – собраться и проанализировать как историю развития самого стереокино, так и пройденный отрезок современного пути со всеми ошибками и достижениями.

В этом аспекте организаторы посчитали необходимым участие нашего института в данной конференции: как очное, так и заочное. Даже если автор данной статьи не делал бы сообщения об отечественных технологиях производства стереофильмов на современном этапе, значение НИКФИ в истории национального развития канадского стереокино и



фото 1

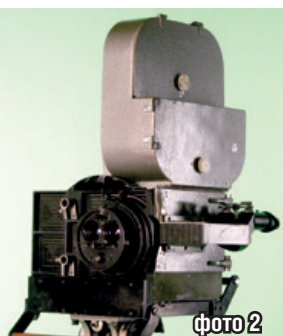


фото 2



фото 3



фото 4

IMAX, в частности, неоднократно подчёркивалось в докладах канадских коллег. Так, например, Sanja Obradovic значительную часть доклада «Developments in Stereo 3D as Nation-Building Projects» (Развитие стерео технологий как проект национального значения) посвятила советской системе «Стереo-70», которая была разработана в НИКФИ и послужила толчком в разработке национальных технологий канадскими специалистами.

Родоначальник технологии IMAX, основатель и в прошлом президент одноимённой компании Graeme Ferguson (фото 1) в своём докладе о путях становления и развития этой технологической системы, с теплотой рассказывал о днях пребывания в СССР и обмене опытом со специалистами НИКФИ. Приобретённый ими опыт съёмок Москвы советской 70-мм двухплёночной стереокамерой с 5-перфорационными кадрами (фото 2), позволил в последующем создать по аналогичному принципу 15-перфорационную камеру IMAX 3D.

Интересно было узнать непосредственно от родоначальника формата «Giant Screen», как он относится к последней тенденции в развитии IMAX, который в цифровой модификации отказался от классического соотношения сторон кадра 3:4 и использует соотношение сторон 1:2,35, аналогичное формату «Cinemascope». В связи с такой политикой компании, не теряем ли мы уникальную систему, которая многие годы была эталоном демонстрации стереофильмов? Для Graeme Ferguson, отошедшего от руководства компанией, этот вопрос является мучительно трудным. Он согласен, что усечение высоты кадра разрушает эффект гигантского экрана, но надеется, что это осознают не только руководители компании, но и сами кинематографисты, создающие стереофильмы. Именно от них, повально увлечённых широким экраном, широта которого достигается усечением высоты, зависит, вернётся ли IMAX к своему классическому кадру.

Необходимо отметить, что компании IMAX рекомендовано не употреблять аббревиатуру «IMAX» в залах с цифровым показом в Северной Америке. Так, например, в мультиплексе Scotiabank, где проходил третий день конференции, существуют два зала, установленные компанией IMAX. Один по плёночной технологии с экраном классического соотношения 4:3, а второй по цифровой технологии с усечённой высотой экрана с соотношением 16:9. Оба зала имеют практически одинаковую ширину экрана, что наглядно демонстрирует потерю последнего своей привлекательности. Первый зал имеет классическое обозначение IMAX Theatre, второй же зал обозначается уже новой аббревиатурой UltraAVX. Такое различие в обозначении форматов показа следует применить и у нас. Так, например, второй зал мультиплекса «Октябрь» на Новом Арбате, получивший недавно логотип компании IMAX, не отвечает требованиям формата Giant Screen и принципиально отличается от зала Nescafe IMAX, также расположенного в Москве на Ленинградском шоссе.

НИКФИ был представлен в первой для обсуждения теме: «STEREOGRAPHY AND CINEMATOGRAPHY. Rendering 3D space into a 3D image» (Стереoграфия и кинематограф, передача трёхмерной реальности в трёхмерное изображение).

Безусловно, это ключевой вопрос, который всех волнует — какими ресурсами располагает современный кинематограф в создании стереофильмов. Выступления начались с краткой, но наглядной презентации кинооператора Peter Anderson основ стереoграфии и базовых па-

раметров стереосъёмки. НИКФИ (фото 4, докладчик А. Мелкумов) представил сообщение о съёмке стереофильмов по технологии Стереo-70 одной камерой, как в плёночном 65-мм формате, так и в цифровом при помощи камкордера «Phantom-65». Это была уже вторая мировая презентация отечественных технологий стереосъёмки. Аналогичной презентацией открывалась первая конференция SMPTE по стереокино в г. Нью-Йорке в июле 2010 года (<http://stereokino.ru/3dsingle.htm>). В Торонто презентация была дополнена демонстрацией в DCP формате двух фрагментов, снятых одной и той же стереооптикой. Первый фрагмент был снят на 65-мм кинопозитив, а затем просканирован в разрешении 4K (фрагмент фильма «Московские этюды», 2003 год), и второй, непосредственно снятый на цифру в разрешении 4K (тестовый ролик с каскадёрами). Такая последовательность продемонстрировала универсальность однокамерной системы «Стереo-70» и, несмотря на полувековой срок существования, её востребованность в современном кинопроизводстве.

Примечательно, что в рамках заявленной темы обсуждались не только научно-технические аспекты, но и человеческий фактор. Так, например, по окончании выступлений по данной теме модератор Ali Kazimi предложил докладчикам ответить на вопрос: кто такой стереограф и какова его роль в киносъёмочном процессе. Автор этих строк, ссылаясь на последний опыт участия в производстве стереофильма «Самый лучший фильм в 3-ДЭ», отметил, что «Stereograph is not a mysterious person but a specialist who teaches the whole film crew» (стереограф — это не мистическая фигура, а специалист, обучающий всех участников производства фильма), но не во время съёмок, а в подготовительном периоде. Подобно тому, как с приходом цвета в кинематограф мы не нуждаемся в присутствии колориста на съёмочной площадке, так и при производстве стереофильмов, на протяжении более 70 лет, у нас функции стереографа выполняет непосредственно сам оператор. Такой ответ получил одобрительное пожатие руки легендарного оператора-постановщика в стереокино Peter Anderson (фото 3, в центре).

В программу конференции настолько органично были вплетены мастер-классы, что зачастую они воспринимались скорее как дискуссионные доклады. Особенно интересным было выступление культуролога Томаса Элсайзера (Томас Elsaesser) из Амстердамского университета с темой «The Return of 3D: Revolution, Retrenchment or Panic Reaction?» (Возвращение 3D: Революция, перестройка или паническая реакция?). Принято считать, что массивный толчок в развитии стереокино в последние два года есть не что иное, как ответ Голливуда на усиление конкуренции с новыми формами и средствами массовой информации, желание повысить защищённость контента от пиратства и других форм нарушения авторского права. Однако Томас Элсайзер утверждает, что сложились более сложные и противоречивые условия, когда традиционный интерес к пространственному видению среди авангардных художников и кинематографистов и промышленное внедрение технических средств стереоскопии пересекаются, сталкиваясь друг с другом, и поэтому, для понятия сущности происходящего требуется расширение горизонта анализа.

С программой прошедшей конференции можно ознакомиться на сайте <http://3dflic.ca/index.php/conference/programme>. ■



СОВРЕМЕННАЯ ОБЪЁМНАЯ МИКРОСКОПИЯ: от 3D-стерео к 4D

С.Б. Бирючинский,
к.ф.-м.н., доцент,
СПбГУ
Информационных
технологий, механики
и оптики



Аннотация

В статье описывается оптическая система 3D микроскопии и возможность построения 4D изображения. Разработана оптическая схема и методика расчёта оптимизации параметров объективов. В результате проведённой оптимизации рассчитаны и изготовлены объективы для промышленного образца наконечника лазерного биомедицинского устройства, содержащего 3D объектив переменного увеличения.

Ключевые слова: 3D/4D микроскопия, оптическая схема, оптимизация параметров объективов, 3D объектив переменного увеличения.

MODERN THREE-DIMENSIONAL MICROSCOPY: FROM 3D-STEREO TO 4D

S. Biryuchinskiy

Abstract

In article the optical system 3D microscopy and possibility of making of 4D image are described. The optical scheme and a design procedure of optimization of parameters of lenses are developed. As a result of the spent optimization the industrial sample of a tip of the laser biomedical device containing 3D a lens of variable increase is calculated and made.

Keywords: 3D/4D microscopy, optical scheme, optimization of parameters of lenses, 3D lens of variable increase.

■ К настоящему времени разработано большое количество вариантов оптических систем построения как 3D-стерео, так и полноценного 3D изображения. Оптическая система объектива, пригодного для работы в 3D, не обязательно должна быть дифракционного качества (например, классические системы стереомикроскопов, работающих на малом увеличении). При расчёте таких объективов (рис. 1) существует возможность выбора хода кривой MTF (Функция Передачи Модуляции-ФПМ). Кривая (А) соответствует объективам с высокими контрастами в области низких частот. Как правило, это объективы для телевизионных студий и для репортажной съёмки. Системы, обладающие кривой MTF (В), это классические киносъёмочные объективы (для плёночных камер). Для работы системы при малых увеличениях предпочтительнее оптимизировать оптическую систему в соответствии с кривой (А). В литературе такие объективы называются «жёсткорисующими». При переходе к большим увеличениям (более 200х) требования к качеству оптической си-

стемы растут вплоть до её соответствия с предельно достижимым (дифракционным). Переход от 3D к 4D может быть достигнут путём совмещения 3D изображения объекта с одним из его физических параметров (например, объёмное распределение температуры, оптическая плотность, показатель рассеяния и т.д.). В некоторых случаях это реализуется расширением спектральной области работы системы объектив-фотоприёмник и последующей математической обработкой.

В классических системах стереомикроскопов (рис. 2) используется два фотоприёмника (глаза) для получения правого и левого изображения объекта. С точки зрения качества изображения обе оптические схемы практически эквивалентны. В простейшем случае для построения 3D картинки объекта (с помощью компьютерной обработки) можно ввести ещё два дополнительных канала приёма информации в плоскости, перпендикулярной рисунку. Эта схема надёжнее работает в варианте микроскопа с одним объективом. Теоретически возможно по-

строение системы и с тремя каналами, но по сложности математической обработки изображения данные методики практически эквивалентны. На практике подобные системы нашли применение для оптико-электронных приложений [1–3].

В качестве 3D объектива для научной кинескопной и научных исследований могут применяться специально рассчитанные проекционные объективы. Одним из вариантов построения изображения в 3D подобными объективами является применение специальных матричных фотоприёмников, каждый пиксель которых представляет собой миниатюрную видеокамеру со своим объективом и матрицей фоточувствительных элементов (рис. 3).

Другой вариант состоит в применении нескольких классических матричных фотоприёмников, расположенных в разных пространственных позициях. На рис. 4 показана оптическая схема одного из таких объективов, разработанная автором. Работа по оптимизации проекционного объектива проводилась в несколько этапов. Сначала в исходной схеме производилась оценка оптических сил линз, и те, которые наименьшим образом влияли на формирование изображения, были исключены. Далее предварительно вычислялся диапазон передвижения блоков для фокусировки. Основная концепция перефокусировки была сохранена как в исходном объективе. При этом допускалась возможность нелинейного перемещения блоков линз, отвечающих за перефокусировку объектива, друг относительно друга. На следующем этапе была сформирована концепция перемещения блока линз для наводки объектива на конечные дистанции. Для практической целесообразности в схеме требуется наличие корректоров аберраций, возникающих из-за технологических ошибок изготовления деталей и сборки. Далее производилась финальная оптимизация системы, где учитывались конечные световые диаметры линз.

В результате проведённой оптимизации по методике автора (окончательный расчёт и вывод результатов производился по программе ZEMAX) был получен объектив со следующими характеристиками:

- фокусное расстояние 40 мм
- относительное отверстие 1:3
- диагональ кадрового окна 11 мм
- дистанции фокусировки 200 мм – 500 мм
- задний фокальный отрезок 25 мм (на дистанции фокусировки 290 мм)
- длина объектива ~ 75 мм
- максимальный диаметр линз 25 мм
- количество линз 6

Разработанный объектив не является ахроматом с классической точки зрения, однако применённые новые методы коррекции хроматизма позволили создать систему со значительно лучшими характе-

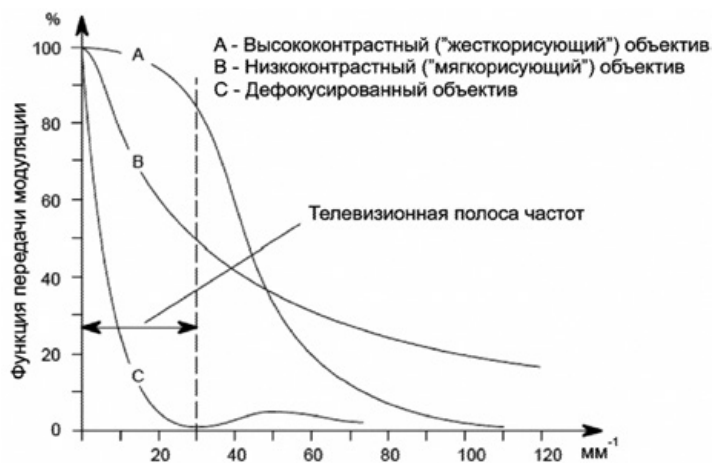


Рис. 1. Кривые MTF различных объективов

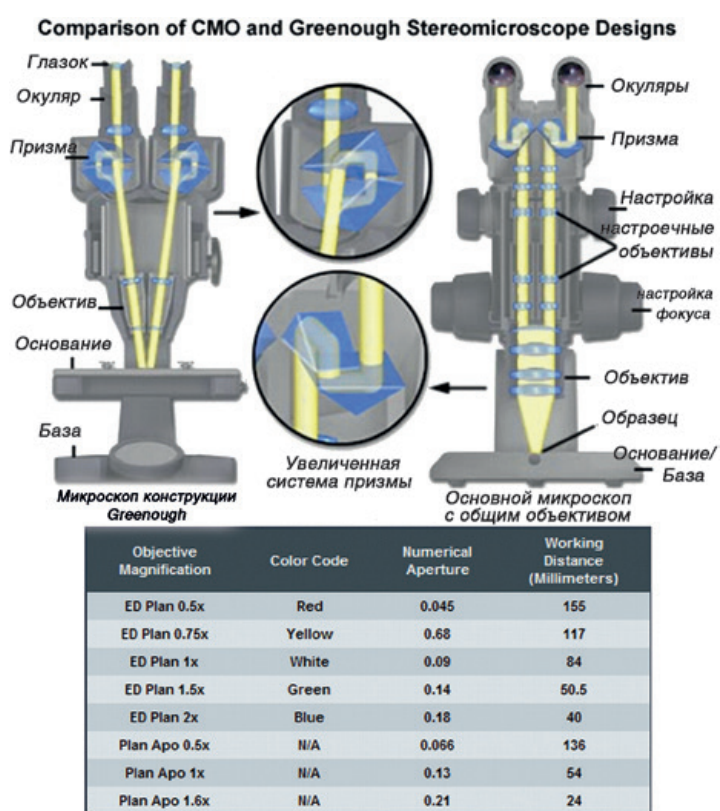


Рис. 2. Классические схемы стереомикроскопов с одним объективом

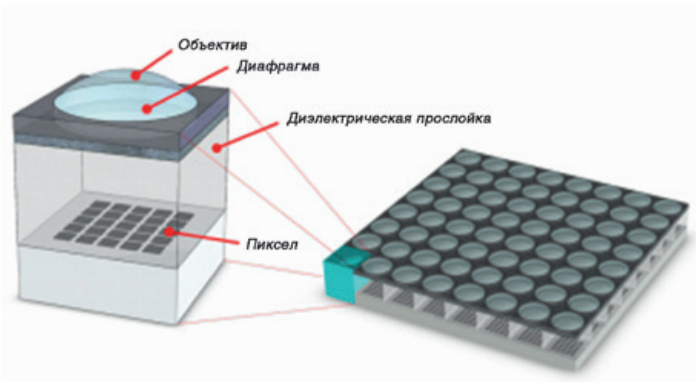


Рис. 3. Схема 3D матричного фотоприёмника

ристиками. В итоге в проектируемом изображении остаточный хроматизм практически незаметен во всём рабочем спектральном диапазоне. На рис. 4 приведены также графики полихроматической ФПМ, продольной хроматической aberrации (в параксиальном приближении), а также кривизны поля и дисторсии. Оптическая схема объектива обеспечивает достигнутое качество изображения в широком интервале изменения температур – от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ (по ЧКХ снижение разрешения составляет не более 4%). Максимальное значение дисторсии не превышает 0,02%. Одно из основных требований к подобным объективам – это значение ФПМ более 0,5% на частоте 200 лин/мм на оптической оси. В разработанном объективе значение полихроматической ФПМ превышает 20% на частоте 400 лин/мм по всему полю изображения. Одновременная работа с несколькими матричными фотоприёмниками позволяет строить 3D картину объекта с практически дифракционным качеством.

Одним из наиболее важных применений оптических систем 3D/4D может оказаться микроэлектроника. Это позволит упростить создание многослойных (в перспективе – полностью объёмных) электронных компонентов. Один из вариантов оптической системы 4D объектива, спроектированного автором, показан на рис. 5.

Оптическая система является зеркально-линзовой, что позволяет применять её одновременно в видимом и инфракрасном диапазонах. Существует возможность получения термического изображения, что позволяет построить объёмную модель объекта, где в качестве четвёртой координаты выступает распределение температуры. Это необходимо для предварительного численного анализа создаваемых микроструктур. В качестве примера на рис. 6 показан многослойный многопроцессорный ЧИП с оптической передачей данных (работа была выполнена в Южной Корее).

Рис. 7 иллюстрирует результат применения микрообъектива для 4D – созданный микрочип с многослойной структурой. В настоящее время ведутся работы по созданию 4D оптических систем для работы в вакуумном ультрафиолетовом диапазоне ($<200\text{ нм}$) с применением иммерсии, что позволит многократно повысить разрешающую способность системы.

Оптические системы 3D микроскопии нашли применение также и в биомедицинских приложениях. К ним отно-

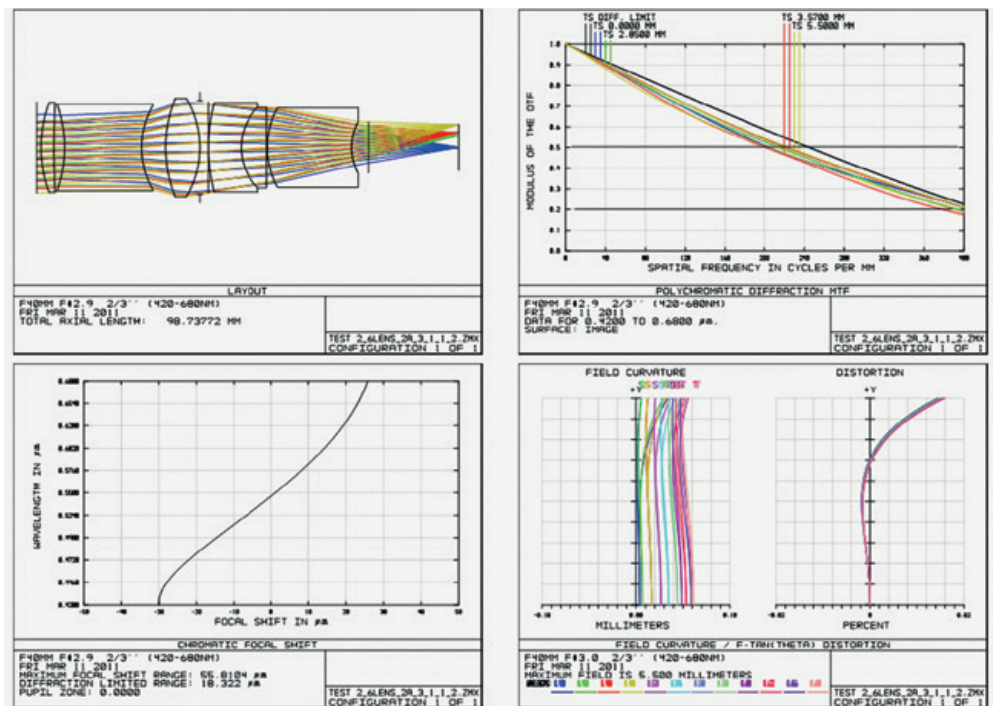


Рис. 4. Проекционный объектив системы 3D+

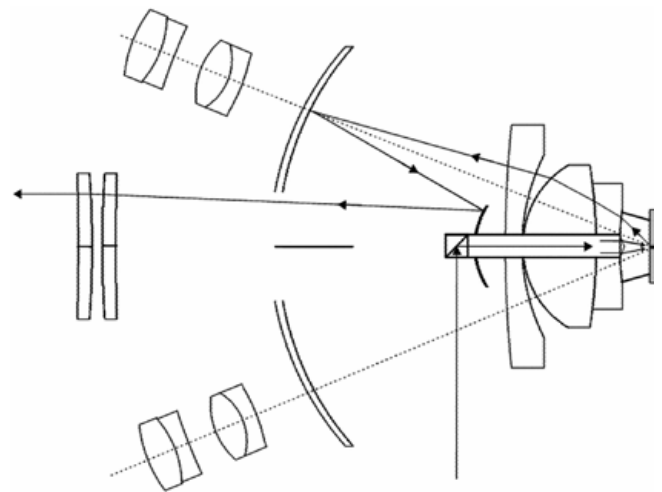


Рис. 5. Оптическая схема зеркально-линзового F 7мм контактного 4D микрообъектива

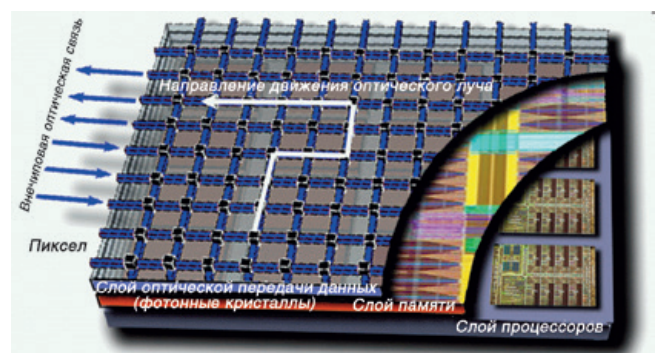


Рис. 6. Многослойный многопроцессорный чип с оптической передачей данных

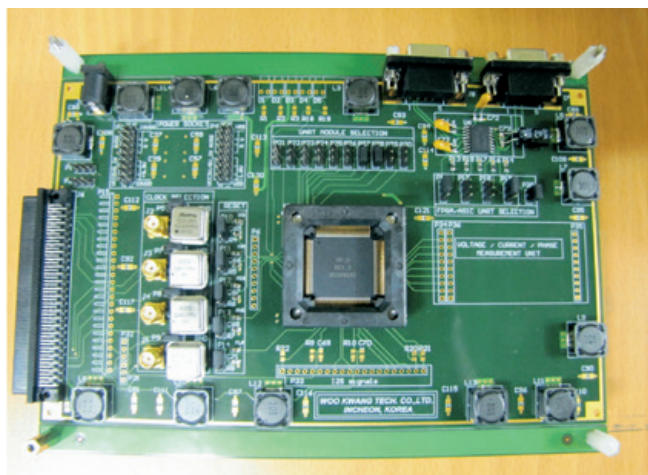


Рис. 7. Тестовая плата с многопроцессорным микрочипом

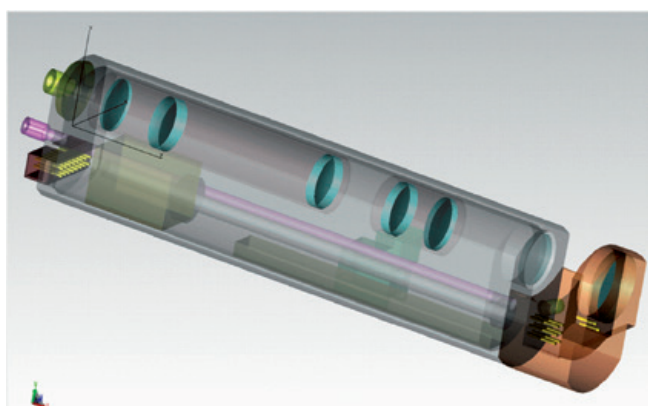


Рис. 8. Предварительная схема оконечного лазерного биомедицинского устройства, содержащего 3D объектив переменного увеличения



Рис. 9. Промышленный образец оконечного лазерного биомедицинского устройства, содержащего 3D объектив переменного увеличения

сятся различные устройства для фотоэпиляции, фотоомоложения кожи, а также системы фотодинамической терапии. В качестве примера на рис. 8 показана предварительная схема оконечного лазерного биомедицинского устройства, спроектированного автором, содержащего 3D объектив переменного увеличения. Источником излучения является оптическое волокно. Для построения 3D изображения приёмников излучения может быть несколько. В системе реализовано контактное охлаждение кожи для предотвращения термического повреждения эпидермиса.

В результате проведённой автором оптимизации оптико-механических параметров системы, а также теплофизических расчётов была создана система с рекордными характеристиками (сочетание панкратического 10X объектива одновременно с эффективным контактным охлаждением кожи и защитой межлинзового объёма системы от внешних воздействий). На рис. 9 показан промышленный образец наконечника лазерного биомедицинского устройства, содержащего 3D объектив переменного увеличения. Реализованная возможность смены глубины фокусировки позволяет строить объёмную картину изображения объекта, а также проводить необходимое фотодинамическое воздействие. Диаметр основной цилиндрической части наконечника составляет всего 28 мм, при этом корпус является полностью пыле- и влагозащищённым. Компьютерная обработка изображений, полученных на разных глубинах фокусировки, позволяет оценить такие параметры среды, как объёмное поглощение и распределение показателя рассеяния. Таким образом, реализуется возможность построения 4D изображения, где в качестве четвёртой координаты выступает один из оптических параметров среды.

В настоящее время активно ведутся работы в области 3D микроскопии с технологией превышения классического дифракционного предела. Другой технологией получения 3D/4D изображения являются методы магнитно-резонансной томографии. Также ведутся работы по созданию систем с атомарным разрешением. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Biryuchinskiy S., Melnikov K. Extra Low Weight FSO System Aiming Laser // IEEE Xplore, ICUMT Proceedings, St.Petersburg, 2010 EDASN^o 1569337477.
2. Патент RU 99589 U1, 03.06.2010 Аладов А.В., Бирючинский С.Б., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н. Осветительное устройство на основе многокристалльных полихромных светодиодов.
3. Патент RU 100180 U1, 22.06.2010 Аладов А.В., Бирючинский С.Б., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н. Светодиодное осветительное устройство.
4. <http://www.microscopyu.com/articles/stereomicroscopy/stereointro.html>
5. Keith G. Fife, DEVICES FOR INTEGRATED MULTI-APERTURE IMAGING, Ph.D. DISSERTATION.
6. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING, STANFORD UNIVERSITY, June 2009.



МЕТОД КОРРЕКЦИИ спектральной чувствительности многоэлементных фотоприёмников для колориметрических измерений

А.С. Волков,
аспирант СПбГУКиТ,
В.Н. Кузьмин,
д.т.н., профессор,
ООО «НТП «ТКА»



Аннотация

В статье рассмотрены принципы действия и принципиальные оптические схемы фотоколориметров интегрального и спектрального типа, приведены их преимущества и недостатки. Предложен метод коррекции спектральной чувствительности многоэлементных фотоприёмников (диодной линейки), на основе которого может быть создан новый тип колориметра, в котором удачно сочетаются преимущества приборов как спектрального, так и интегрального типа.

Ключевые слова: спектроколориметр, спектральная коррекция.

METHOD OF CORRECTION OF SPECTRAL SENSITIVITY OF MULTIELEMENT PHOTODETECTORS FOR COLORIMETRIC MEASUREMENTS

A. Volkov, V. Kuzmin

Abstract

Principles of action and basic optical schemes of photocolorimeters of integrated and spectral type are considered in article, the advantages and lacks of them are given. The method of correction of spectral sensitivity of multielement photodetectors (a diode ruler) on which basis the new type of a colorimeter in which advantages of devices both spectral, and integrated type are successfully combined can be created is offered.

Keywords: spectrophotometer, spectral correction.

Введение

Цветовые и эффективные характеристики источников оптического излучения, как правило, измеряют двумя способами [1, 5]:

- с помощью интегральных измерений приёмниками оптического излучения, спектральная характеристика которых скорректирована к заданному виду – приборами интегрального типа;

- с помощью измерения спектрального состава исследуемого источника и последующего вычисления необходимых фотометрических величин – спектроколориметрами.

Используются в работе оба способа. Выбор того или иного метода вытекает из характера решаемых задач.

Приборы, основанные на различных способах измерения, имеют по отношению друг к другу как преимущества, так и определённые недостатки. Для примера проведём сравнительный анализ двух серийно выпускаемых приборов, в которых реализованы указанные выше методы фотоэлектрической колориметрии и спектрофотометрии.

Фотоэлектрический колориметр «ТКА – ИЦТ» предназначен для измерения координат цветности x , y источников излучения; коррелированной цветовой температуры T_c , яркости протяжённых самосветящихся источников L и освещённости E .

Фотоприёмное устройство (рис. 1) состоит из четырёх кремниевых фотодиодов, спектральные характери-

стики которых с помощью светофильтров скорректированы к виду удельных координат $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, принятых Международной комиссией по освещению (МКО) в 1931 г. В нашем случае для получения $\bar{x}(\lambda)$, ввиду сложности для коррекции спектральной чувствительности, имеющей два максимума, используются два фотоприёмника $\bar{x}_1(\lambda)$, $\bar{x}_2(\lambda)$.

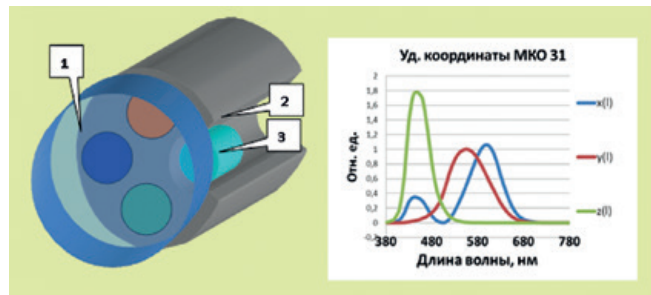


Рис. 1. Схема ФПУ прибора «ТКА – ИЦТ» и удельные координаты МКО 31. 1 – косинусная насадка; 2 – корпус ФПУ; 3 – фотодиоды с корректирующими фильтрами

Спектроколориметр «ТКА – ВД» предназначен для определения спектрального состава источника оптического излучения и последующего вычисления цветовых координат в выбранной системе координат.

Оптическая схема прибора представляет собой полихроматор на дифракционной решётке с регистрацией разложенного излучения фотодиодной линейкой. Рабочий спектральный диапазон прибора (380–760) нм. Диапазон линейности сигналов достигает четырёх порядков. В зависимости от конфигурации входного устройства прибор работает как в режиме яркомера, так и в режиме измерения освещённости. Обратная линейная дисперсия составляет 49 нм/мм.

Оптоэлектронный блок представляет собой полихроматор (рис. 2): входное оптическое излучение, формируемое объективом (1), разлагается в спектр вогнутой дифракционной решёткой (2) и фокусируется на диодной линейке (3), сигнал с которой регистрируется для последующей обработки и вычисления измеряемых параметров.

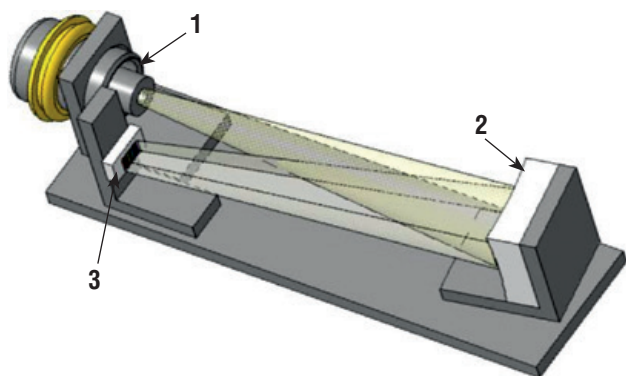


Рис. 2. Устройство полихроматора: 1 – входное устройство; 2 – диспергирующий элемент; 3 – диодная линейка

Фотоэлектрические колориметры надёжны в эксплуатации. Они не боятся механических нагрузок, перепада температур. Достаточно проста в изготовлении электронная часть прибора. Недостатком же этого способа является трудность коррекции фотоприёмника под заданную эффективную чувствительность и невозможность обойти явление метамеризма.

Недостатком второго способа является техническая трудность реализации измерительного прибора. В то же время, нужно заметить, что знание спектрального состава исследуемого источника оптического излучения позволяет решить практически все колориметрические задачи, стоящие перед исследователем. Современные методы обработки информации дают возможность смоделировать с достаточной точностью любые эффективные спектральные характеристики приёмников. При этом основная нагрузка по метрологическому обеспечению цветовых измерений ложится на точность измерения спектральной характеристики спектроколориметра в целом. Градуировку можно произвести с помощью источника с известным спектральным распределением или спектрофотометрическим методом.

Вместе с тем необходимо отметить и принципиальную проблему, присущую приборам на основе полихроматора с дискретным фотоприёмником. Из-за дискретности фотоприёмных элементов фотодиодной линейки возникает погрешность определения спектрального состава исследуемого узкозонного линейчатого источника оптического излучения, так как часть излучения не регистрируется. Следствием этого является ошибка измерения цветовых координат. Для решения этой проблемы авторы предлагают свой, изложенный ниже, метод.

Описание нового метода

Известно [3, 4], что принцип действия большинства спектральных приборов, в которых свет с помощью призмы или дифракционных решёток расщепляется пространственно по длинам волн, можно пояснить с помощью графиков, приведённых на рис. 3 и 4. Форма кривой 1 соответствует функции $f(\lambda)$, описывающей исследуемый спектр – распределение энергии излучения по длинам волн λ . Кривая 2 соответствует функции $a(\lambda - \lambda')$, описывающей способность спектрального прибора выделять из светового потока узкие участки $\delta\lambda$ в окрестности каждой λ' . Эту важнейшую характеристику спектрального прибора называют функцией пропускания, или *аппаратной функцией* (АФ). Процесс измерения спектра $f(\lambda)$ прибором с АФ $a(\lambda - \lambda')$ можно имитировать, регистрируя изменения светового потока, проходящего через отверстие описываемой кривой 2, при перемещении (сканировании) относительно кривой 1 (рис. 5). Очевидно, чем меньше ширина АФ, тем точнее будет измерена форма контура спектра $f(\lambda)$, тем более тонкая структура может быть в нём обнаружена.

Ширина АФ, наряду с рабочим диапазоном λ , является основной характеристикой спектрального прибора. Она

определяет спектральное разрешение $\delta\lambda$ и спектральную разрешающую способность $R = \lambda/\delta\lambda$. Чем шире АФ, тем хуже разрешение (и меньше R), но больше поток излучения, пропускаемый прибором, т. е. больше оптический сигнал.

Результат измерений $F(\lambda)$ исследуемого спектра $f(\lambda)$ прибором с аппаратной функцией $a(\lambda - \lambda')$ описывается интегралом, называемым свёрткой функции f с функцией a . Тожество $F(\lambda)$ и $f(\lambda)$ достигается лишь при бесконечно узкой аппаратной функции ($d\lambda \rightarrow 0$) [1]. Чем меньше ширина $d\lambda$ функции $a(\lambda - \lambda')$, тем точнее прибор передаёт истинный контур $f(\lambda)$. Это верно в том случае, когда фотоприёмник представляет собой сплошную площадку с равномерной чувствительностью. Сложности появляются, когда фотоприёмник представляет собой набор небольших фоточувствительных элементов, расположенных с зазорами в ряд (например, дискретный приёмник – фотодиодная линейка, рис. 6).

Очевидно, что корректное измерение монохроматического потока возможно лишь в том случае, когда он полностью попадёт на приёмную площадку. Что касается источников со сплошным спектром излучения, то картина здесь достаточно благополучная. Ту часть излучения, которая не регистрируется фотоприёмным элементом, можно определить методом аппроксимации функции $f(\lambda)$. Если же источник является не сплошным, а линейчатым, то ситуация усложняется. На фотоприёмную площадку попадает лишь часть излучения источника, в ряде случаев ещё и не самая основная (рис. 6). Следствием этого явления является ошибка в измерениях спектрального состава исследуемого источника.

Для устранения этой неприятной ситуации можно воспользоваться следующей закономерностью. При увеличении ширины входной щели полихроматора ширина аппаратной функции спектрального прибора увеличивается – «ухудшается». Нетрудно заметить тот факт, что это приводит к изменению ширины функции спектральной чувствительности каждого фоточувствительного элемента фотодиодной линейки, от узкой монохроматической до достаточно широкой, достигающей десятков нм (рис. 7).

Сигнал $P_{\lambda i}$, регистрируемый с каждого элемента фотодиодной линейки, представляет собой произведение спектральной чувствительности этого элемента $S_{\lambda i}$ на монохроматическую составляющую $\Phi_{\lambda i}$ падающего на него потока:

$$P_{\lambda i}(\lambda) = S_{\lambda i}(\lambda) \cdot \Phi_{\lambda i}(\lambda). \quad (1)$$

Если известен «сигнал» $P_{\lambda i}(\lambda)$, снимаемый с каждого элемента, и спектральное распределение падающего потока, т.е. $\Phi_{\lambda i}(\lambda)$, то легко получить спектральную чувствительность $S_{\lambda i}$ каждого элемента. Для этого, например, можно использовать излучение стандартной лампы с известным табулированным значением спектральной плотности потока излучения.

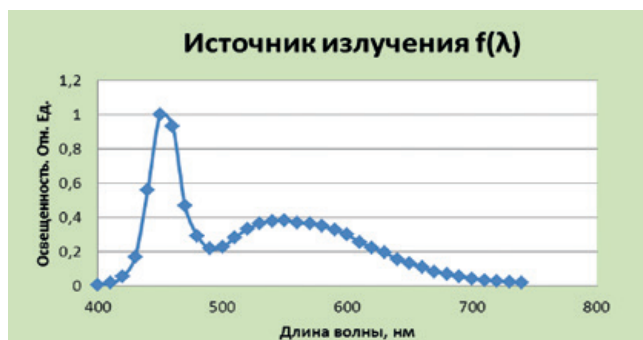


Рис. 3. Исследуемый источник излучения

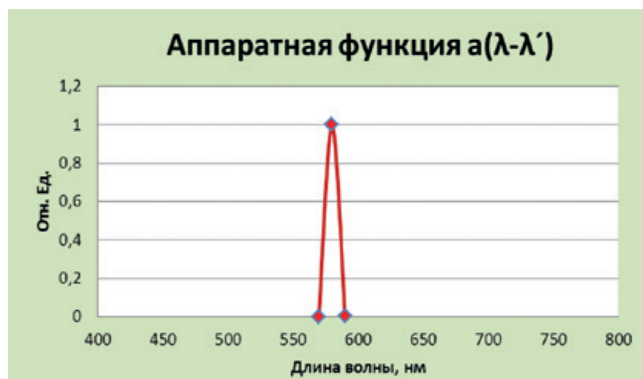


Рис. 4. Аппаратная функция спектрального прибора

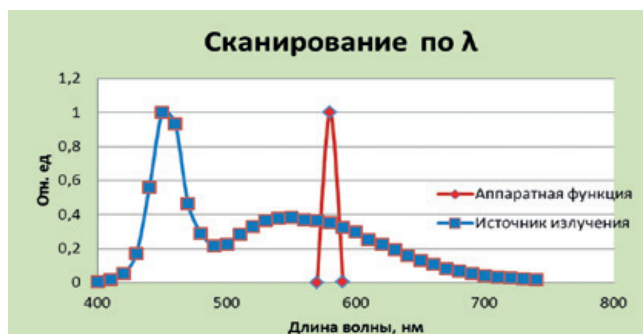


Рис. 5. Процесс исследования спектрального состава источника

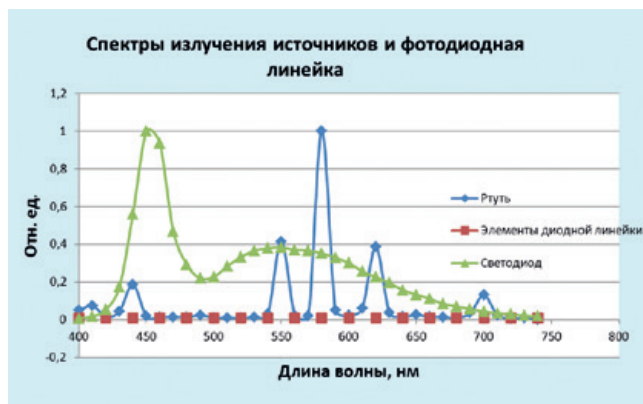


Рис. 6. Спектры излучения ртутной лампы высокого давления и белого светодиода на фоне фоточувствительных элементов фотодиодной линейки



Рис. 7. Относительная спектральная чувствительность элемента фотодиодной линейки при различных значениях ширины аппаратной функции a_1 , a_2 , a_3



Рис. 9. Приведение спектральной чувствительности фотодиодной линейки к виду относительной световой эффективности глаза $V(\lambda)$

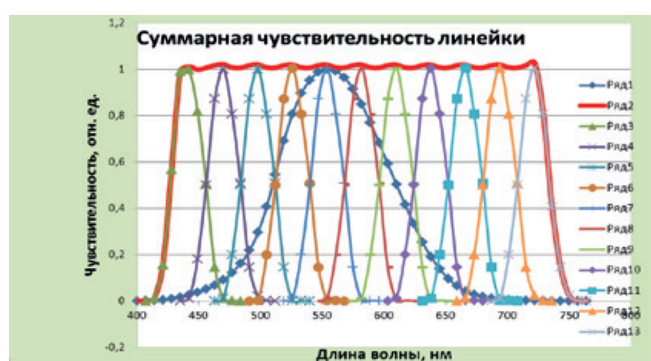


Рис. 10. Приведение спектральной чувствительности фотодиодной линейки к П-образному виду

Зная реальную чувствительность каждого элемента линейки, можно получить необходимые поправочные коэффициенты для этого элемента, чтобы привести спектральную чувствительность прибора, например, к виду относительной световой эффективности глаза $V(\lambda)$ (рис. 9), либо к идеальному «П-образному» виду (рис. 10), или любой другой кривой спектральной эффективности для вычисления спектральной освещенности (облученности) входной щели.

Поправочный коэффициент для $V(\lambda)$ получаем из выражения при

$$S_{\lambda i}(\lambda) = V(\lambda): \quad (2)$$

$$S_{\lambda i}(\lambda) = k_{\lambda i} \cdot \frac{P_{\lambda i}(\lambda)}{\Phi_{\lambda i}^{таб}(\lambda)}, \quad (3)$$

где $k_{\lambda i}$ — поправочный коэффициент, учитывающий усиление сигнала для i -го элемента линейки, вырабатываемый микропроцессором; $\Phi_{\lambda i}^{таб}$ — спектральная плотность потока излучения стандартного источника.

Поправочный коэффициент для «П-образного» вида получаем из выражения при $S_{\lambda i}(\lambda) = 1$:

$$S_{\lambda i}(\lambda) = k_{\lambda i} \cdot \frac{P_{\lambda i}(\lambda)}{\Phi_{\lambda i}^{таб}(\lambda)}, \quad (4)$$

Аналогичные операции производятся для других спектральных кривых.

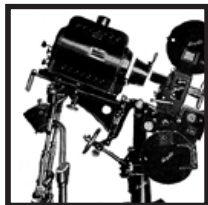
Используя различные коэффициенты усиления $k_{\lambda i}$ в электронном тракте, мы можем изменять чувствительность элемента к данной (падающей на него) длине волны, что позволяет корректировать спектральную чувствительность линейки в любом заданном спектральном интервале и приводить её к нужному виду, в зависимости от решаемой задачи. Количество элементов при этом подбирается экспериментально.

Выводы

Таким образом, диспергирующая система полихроматора, основанная на приведённом выше методе коррекции спектральной чувствительности многоэлементных фотоприёмников, позволяет получить новый тип фотоколориметра для проведения цветовых измерений практически для всех источников оптического излучения, применяемых в кинематографии и осветительной технике. В таком колориметре удачно сочетаются преимущества приборов как спектрального, так и интегрального типа. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов В.В., Круглов О.В., Кузьмин В.Н. Спектроколориметр для контроля качества проецируемого изображения. МТК № 1(15), с. 18–21, 2010.
2. Лебедева В.В. Экспериментальная оптика. // Издательство Московского университета, 1994.
3. Тарасов К.И. Спектральные приборы. // 2-е изд., доп. и перераб. — Л.: «Машиностроение», с. 368, 1974.
4. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию. // М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, с. 480,



ЗРИТЕЛЬНЫЙ ДИСКОМФОРТ ПРИ ВОСПРИЯТИИ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

как следствие непривычного распределения нагрузки
на разные механизмы зрительной системы

Г.И. Рожкова,
д.б.н., ИППИ
им. А.А. Харкевича,
РАН, г. Москва,
С.В. Алексеенко, д.б.н.,
Институт физиологии
им. И.П. Павлова, РАН,
г. Санкт-Петербург



Аннотация

Современные нейрофизиологические и психофизические данные о процессах переработки зрительной информации в мозге человека свидетельствуют о том, что восприятие естественных трёхмерных сцен, изображений обычного 2D формата и стереоскопических изображений 3D формата осуществляется посредством существенно различающихся режимов работы зрительной системы, и что переход от 2D к 3D формату требует значительной и глубокой перестройки во взаимодействии монокулярных и бинокулярных функциональных модулей. Люди, относительно редко использующие бинокулярные механизмы в повседневной жизни, а также специалисты, вынужденные подавлять их в своей профессиональной деятельности, могут испытывать зрительное напряжение и дискомфорт в процессе привыкания к 3D формату.

Ключевые слова: стереоскопическое изображение, 3D формат, механизмы зрительной системы, пространственное восприятие, зрительный дискомфорт.

VISUAL DISCOMFORT IN CONDITIONS OF STEREOSCOPIC IMAGE PERCEPTION AS A CONSEQUENCE OF UNUSUAL DISTRIBUTION OF LOADS ON DIFFERENT MECHANISMS OF VISUAL SYSTEM

G. Rozhkova, S. Alekseenko

Abstract

Current neurophysiological and psychophysical data on the visual information processing in the human brain suggest that perception of natural scenes, 2D images and stereoscopic 3D images is performed by quite different modes of operation of the visual system and that transition from 2D to 3D requires essential and profound changes in the interaction of the monocular and binocular functional modules. Those subjects who rarely use binocular mechanisms in their everyday life and the specialists that are frequently forced to suppress these mechanisms in their professional activity might experience visual stress and discomfort while watching images in 3D format until it becomes habitual.

Keywords: stereoscopic image, 3D format, mechanisms of visual system, spatial perception, visual discomfort.

Введение

Среди основных причин зрительного дискомфорта при восприятии стереоскопических изображений называют, во-первых, нередкие на данном этапе технические недоработки — недостатки контента или демонстрации фильмов, и, во-вторых, особенности физиологии зрения — скрытые расстройства бинокулярных механизмов у ча-

сти зрителей или отсутствие у них навыков восприятия продукции 3D формата [3, 11, 29].

На самом деле, в случае стереоскопических кинофильмов технические недоработки трудно отделить от физиологии. Очевидно, что под недостатками контента и демонстрации в этом случае следует понимать несоответствие левого и правого видеорядов возможностям зри-

тельной системы человека, которая успешно справляется с реконструкцией объёмной картины видимого мира только в рамках определённых соотношений между пространственными, временными и яркостными параметрами левого и правого изображений. Эти рамки задаются структурой системы, характеристиками её элементов и свойствами привычного для данного человека естественного окружения. Если параметры стереоскопических кадров будут значительное время находиться вблизи границ допустимых диапазонов и даже в какие-то моменты выходить за их пределы, зрительная система будет работать в напряжённом режиме и временами давать сбой.

К счастью, благодаря многолетним усилиям целой плеяды талантливых специалистов НИКФИ, богатому 70-летнему опыту регулярного показа стереофильмов у нас в стране и быстрому внедрению в кинопроизводство цифровых технологий [4], в настоящее время есть все условия для того, чтобы не допускать существенных технических недочётов или устранять их на этапе обработки отснятого материала.

Тем не менее, как показывает практика, даже стереофильмы хорошего качества вызывают дискомфорт у определённой части зрителей. Разумеется, в эту категорию входят люди с нарушениями бинокулярного зрения, которым смотреть стереофильмы противопоказано, однако среди «проблемных» зрителей нередко обнаруживаются и такие, у которых все бинокулярные механизмы функционируют нормально. Естественно предположить, что в таких случаях дискомфорт может быть связан с непривычным для данных лиц режимом работы зрительной системы в условиях восприятия стереофильмов и отсутствием у них соответствующих навыков. А это означает, что негативные впечатления у таких зрителей преходящи и могут быть устранены путём специальных тренировок. Хотя этот общий тезис представляется тривиальным, конкретное рассмотрение механизмов зрительного процесса убедительно демонстрирует глубину и масштабность требуемых перестроек зрительной системы при переходе от 2D формата к 3D формату.

1. Зрительный дискомфорт как следствие рассогласованности левого и правого изображений

Нет человека, который бы никогда не испытывал дискомфорта и даже болезненных ощущений от непривычных занятий. Вспомним, как трудно и неудобно рисовать или резать ножницами, взяв инструмент непривычной к такой работе рукой, как долго побаливают мышцы после лыжной, велосипедной или лодочной прогулки, предпринятой в начале сезона. А ведь в этих умеренных физических нагрузках нет ничего противоестественного или вредного, и со временем они перестают вызывать болезненные ощущения – как только становятся привычными. Можно предположить, что у части зрителей при первых просмотрах стереофильмов имеет место аналогичная ситуация: для формирования видимых образов на основе экранных стереоизображений им приходится

приводить в действие мозговые механизмы (по образному выражению Б. Юлеша, – «ментальные мышцы» [28]), которыми они редко пользуются.

Поясним на наглядном примере, сколь драматические последствия может вызывать непривычная зрительная ситуация. Рассмотрим результаты простых экспериментов, которые проводились в темноте для наблюдения ярких следовых образов тест-объектов после их освещения короткой вспышкой (последовательных образов) [12]. Если до вспышки один глаз закрывали и прикрывали рукой, а открывали уже после появления последовательного образа, мозг получал от двух глаз противоречивую информацию: засвеченный глаз свидетельствовал о наблюдении ярких тест-объектов, а не засвеченный – о полной темноте. В этих условиях открывание незасвеченного глаза приводило, во-первых, к более быстрому исчезновению («стиранию») последовательного образа тест-объектов, что вполне естественно, и, во-вторых, – к появлению ощущений дискомфорта или травмирующего воздействия в исходно закрытом глазу, что, на первый взгляд, кажется удивительным. Испытуемые описывали эти неприятные ощущения следующим образом: «глаз как будто бы ослеп, или его ударили»; «кажется, что глаз не открылся»; «перед глазом как бы висела пелена»; «наворачивались слёзы» и т.п. Можно думать, что мозг генерировал гипотезы о «неполадках», которые могли бы объяснить, почему открывшийся глаз продолжает видеть темноту, а не начинает видеть яркие тест-объекты («хорошо видимые» второму глазу), и эти гипотезы «материализовались» в виде соответствующих физиологических проявлений. Подчеркнём, что все описанные неприятные ощущения возникали просто в результате открывания глаза в темноте, т.е. когда на глаз вообще не поступало никакого внешнего воздействия.

Для понимания физиологической основы дискомфорта, имеющего иногда место при восприятии стереофильмов, важно учитывать, что на основе демонстрируемых пар сетчаточных изображений мозг параллельно формирует гипотезы не только о содержании зрительной сцены, но и об ориентации осей глаз, головы и тела, обеспечивающих получение данной пары изображений от данной сцены, и о возможных физиологических причинах, определяющих разные виды рассогласования двух сетчаточных изображений. Свидетельствам параллельного формирования таких разномодальных гипотез особенно много внимания уделялось в 70–80-х годах прошлого века. Соответствующие факты, расчёты и ссылки можно найти в статьях тех лет [2, 8, 9, 13, 22].

2. Изменение режима работы зрительной системы при переходе от обычного 2D формата к 3D формату

Независимо от используемой технологии, просмотр стереокинофильма всегда предполагает предъявление левому и правому глазу двух различающихся проекций демонстрируемой сцены. Это обстоятельство определяет сразу два принципиальных преимущества стереоскопи-

ческих кинофильмов в сравнении с обычными [11]:

- устраняется необходимость разрешать противоречия, порождаемые идентичностью экранных изображений для левого и правого глаза, которой в реальности не бывает, если зрительные сцены имеют существенную протяжённость по глубине;

- добавляется возможность оценивать объёмную форму, свойства материала и пространственное расположение объектов зрительной сцены на основе бинокулярных признаков глубины.

Переходя на язык стереокино, можно сказать, что в случае фильмов 2D формата зрителю всё время показывают кадры, где все объекты, независимо от их позиции по глубине в снятой сцене, имеют нулевой экранный параллакс, а восприниматься они должны на разной глубине. При формировании видимых картин в таких условиях каждый человек находит свои способы трактовки экранных изображений: игнорирует определённые факторы, блокирует действие некоторых механизмов или находит компромиссное решение, настраивая зрительную систему удобным для себя образом. Чтобы пояснить это, обратимся к упрощённой функциональной схеме зрительной системы человека [10] рис. 1.

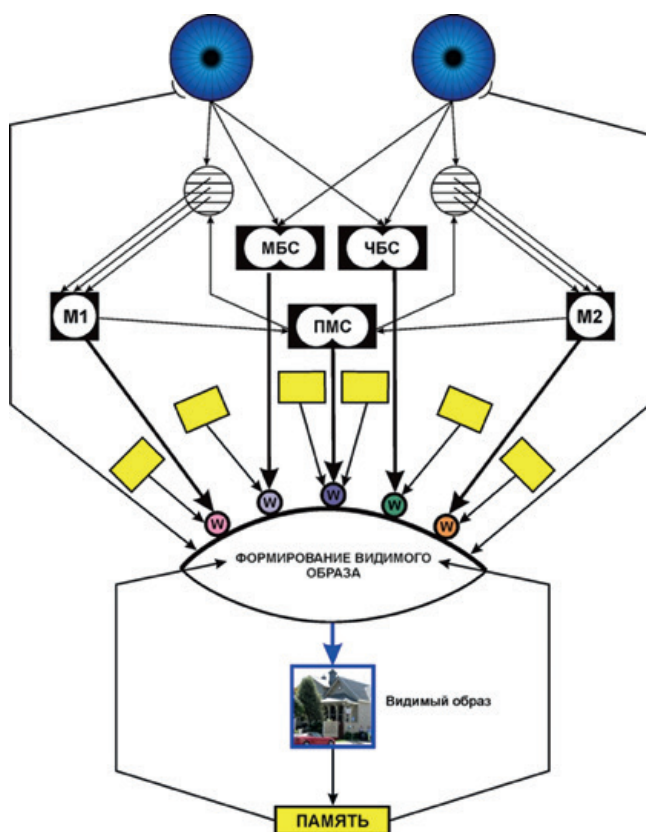


Рис. 1. Упрощённая функциональная схема бинокулярной зрительной системы человека

На схеме рис. 1 показано минимальное число автономных зрительных подсистем, функционирование которых нужно учитывать для понимания работы зрительной систе-

мы в различных условиях восприятия. Здесь показаны две монокулярные подсистемы – М1 и М2, и три бинокулярные подсистемы – МБС, ЧБС и ПМС. В каждой монокулярной подсистеме зрительные нейроны получают сигналы только от одного глаза – левого или правого. Все бинокулярные подсистемы получают сигналы от обоих глаз, но различаются по принципам их обработки. Наиболее интересной из них является так называемая чисто бинокулярная подсистема – ЧБС, функциональные элементы которой напоминают логические элементы типа «И». Основные нейроны ЧБС срабатывают только тогда, когда получают от двух глаз хорошо согласованные сигналы, различающиеся лишь небольшим пространственным сдвигом, или *диспаратностью*. Эта система ответственна за так называемый *глобальный стереопсис*: на основе анализа диспаратностей в значительных по размеру областях поля зрения ЧБС обеспечивает не только оценку относительного расположения деталей по глубине, но и определение самой формы объектов.

В монобинокулярной подсистеме МБС основными функциональными элементами являются нейроны, как бы суммирующие сигналы от двух глаз и нечувствительные к диспаратности левого и правого изображений, т. е. похожие на логические элементы типа «ИЛИ», для которых не имеет значения, через какие входы поступают сигналы. Элементы МБС могут срабатывать при поступлении сигналов из определённой области пространства как через оба глаза, так и через любой из них по отдельности.

Назначение постмонокулярной системы ПМС, нейроны которой получают сигналы из двух монокулярных подсистем и чувствительны к диспаратности, – уточнять объёмную форму и пространственное расположение деталей объектов, сравнивая их образы, уже в значительной мере сформированные монокулярными механизмами. Выход ПМС, как и ЧБС, зависит от относительной диспаратности, но ПМС оперирует не мелкими элементами изображений, а более крупными абстрагированными характеристиками объектов. Предварительное выделение внутри монокулярных подсистем различных признаков объекта позволяет комбинировать информацию о разных признаках в независимых каналах ПМС, поэтому ПМС допускает рассогласование левого и правого изображений по ряду признаков (например, по цвету или знаку контраста) и формирует гипотезы относительно причин имеющегося рассогласования. Можно думать, что именно эта подсистема ответственна за ощущение блеска поверхности (стереоблеска) объекта при фузировании стереопары, в которой объект (например, кристалл) имеет разные знаки контраста по отношению к фону – в одном изображении он намного темнее фона, в другом – намного светлее. Формирование образа блестящей поверхности в данном случае – это способ разрешить противоречие, когда один глаз видит объект чёрным, а второй – белым: блестящая поверхность, действительно, может выглядеть по-разному в зависимости от угла наблюдения.

В обычных условиях все зрительные подсистемы работают согласованно и вносят вклад в формирование

видимого образа с разными весами, зависящими от успешности их функционирования и накопленного опыта. На схеме рис. 1 это условно отражено в виде поступления результатов работы всех подсистем в единый интегративный центр формирования видимого образа; текущие значения весов W_i регулируются сигналами из памяти (жёлтые прямоугольники).

Монокулярные подсистемы могут использовать для реконструкции трёхмерных сцен множество монокулярных признаков, или факторов, глубины, перечисляемых в приведённом ниже списке.

Монокулярные факторы пространственного восприятия

1. Геометрические перспективные трансформации.
2. Интерпозиция (окклюзия) – частичное загромождение одних объектов другими, более близкими.
3. Градиенты текстуры.
4. Расстояния наземных объектов от линии горизонта.
5. Уменьшение угловых размеров объектов с расстоянием.
6. Воздушная перспектива: снижение контраста и чёткости изображений удалённых объектов из-за неполной прозрачности воздушной среды.
7. Голубая дымка: спектральная избирательность поглощения света воздушной средой обуславливает появление голубой дымки на удалённых предметах.
8. Градиенты яркости в пределах изображения одного объекта (светотень), обусловленные рассеивающими свойствами поверхности.
9. Блики, обусловленные зеркальной компонентой индикатрисы рассеяния.
10. Рефлексы – отсветы, попадающие на соседние объекты от рассеивающих свет поверхностей.
11. Авторефлексы – многократные отражения лучей в складках и углублениях поверхности.
12. Изломы теней.
13. Состояние аккомодации – напряжение аккомодационных мышц.
14. Относительная резкость изображений различных объектов при аккомодации на разные расстояния.
15. Априорные представления о форме и размерах знакомых предметов.

Перечисленные факторы естественным образом подразделяются на несколько групп. Пункты 1–5 можно отнести к группе проективных свойств (рис. 2). В пунктах 6 и 7 отмечены широко используемые художниками признаки удалённости, обусловленные свойствами среды, заполняющей видимое пространство (рис. 3). Неполная прозрачность среды приводит к тому, что по мере удаления объектов от наблюдателя имеет место прогрессивное уменьшение чёткости контуров и снижение контраста, поскольку объекты как бы закрываются от наблюдателя всё более и более толстым слоем частиц воздуха, рассеивающих свет. Спектральная избирательность поглощения света обуславливает появление голубоватой дымки, также усиливающейся с увеличением расстояния.

Пункты 8–12 относятся к признакам глубины, обусловленным законами отражения и рассеяния света (рис. 4).

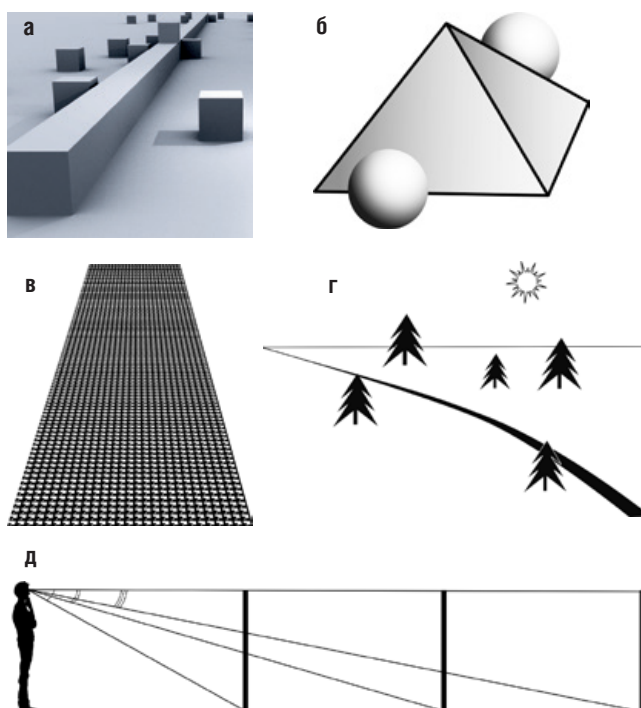


Рис. 2. Монокулярные признаки глубины, обусловленные законами проективной геометрии: а – перспектива; б – окклюзия; в – градиент текстуры; г – расстояние от горизонта; д – угловые размеры



Рис. 3. Монокулярные признаки глубины, обусловленные поглощением и рассеянием света в воздушной среде

Проблема восприятия формы по светотени активно исследуется теоретически после основополагающей работы Б. Хорна [23], а экспериментально – после чётких психофизических опытов В. Рамачандрана [30]. Задача реконструкции трёхмерной формы по градиентному плоскому изображению относится к классу некорректно поставленных задач, так как требует определения условий освещения и отражательных свойств поверхности. Хотя эта задача не имеет единственного решения в отсутствие дополнительной информации, зрительная система выбирает один из возможных вариантов решения, опираясь на наиболее правдоподобные допущения (например, «источник света находится сверху», «нос имеет выпуклую форму» и т.д.), учитывающие предыдущий опыт, и на результаты работы параллельных механизмов анализа сцены.

Разные виды перепадов яркости в изображениях – плавные переходы, блики, рефлексy, авторефлексy и изломы теней мы выделили в отдельные пункты, так как использование каждого из этих признаков требует специфических алгоритмов обработки изображений и различных допущений. О степени современной проработки вопроса относительно возможностей данного подхода к анализу формы и пространственных отношений можно судить по серии работ П.П. Николаева [5–7], посвящённых анализу светотени, бликов, интеррефлексy и границ теней. Хотя целью этих работ было исследование механизмов константности восприятия цвета поверхностей, по сути, эти работы в такой же мере относятся и к форме, так как анализ цвета неотделим от анализа формы.

Отдельно следует упомянуть факторы, обусловленные не свойствами рассматриваемой физической сцены, а самим наблюдателем. Сюда относятся признаки, связанные с аккомодацией, являющейся неотъемлемой частью зрительного процесса, а также когнитивные факторы, являющиеся следствием накопления зрительного опыта (пункты 13–15). Из последних нужно особо выделить априорные представления о форме и размерах узнаваемых предметов, которые зритель может использовать для уточнения взаимного расположения объектов и масштабирования расстояний.

Рассмотренный список относится к анализу статических сцен, а для динамических сцен важнейшим является такой эффективный монокулярный признак глубины как *параллакс движения*, который может обеспечить полноценное пространственное восприятие, не уступающее по качеству бинокулярному, в условиях перемещения наблюдателя или объектов. Относительное дви-



Рис. 4. Признаки глубины и формы, обусловленные законами отражения и рассеяния света: светотень, блики, тени, рефлексy

жение объекта и наблюдателя при монокулярном восприятии обеспечивает получение набора изображений объектов в разных ракурсах, только не одновременно, как это имеет место при бинокулярном зрении, а в виде последовательности «кадров».

В естественных условиях бинокулярного восприятия ко всем перечисленным возможностям оценки формы и глубины добавляются возможности, связанные с анализом различий между направлениями осей двух глаз и между параметрами двух сетчаточных изображений. Определение расстояния до фиксируемой двумя глазами точки объекта на основе *различия в направлениях осей двух глаз* может производиться по принципу триангуляции, широко используемому в геодезии (рис. 5, а). Однако для этого мозг должен получить информацию об углах поворота глаз в орбитах. Такая информация,

в принципе, могла бы поступать от рецепторов, реагирующих на изменение положений глазных яблок, и/или от глазодвигательных мышц. Кроме того, пары сетчаточных изображений, самой по себе, может быть достаточно для вычисления не только параметров видимой сцены, но и направления осей глаз, если в сцене имеется несколько идентифицируемых объектов. При всём этом, возможность использования зрительной системой человека принципа триангуляции до сих пор ставится под сомнение.

Различия между сетчаточными изображениями могут касаться относительного расположения соответствующих точек (геометрическая диспаратность) (рис. 5, б и рис. 6), относительной яркости/контраста соответствующих областей (диспаратность по яркости/контрасту) и характера изменений во времени (временная диспаратность) – рис. 5, в.

Особо нужно подчеркнуть, что при бинокулярном на-

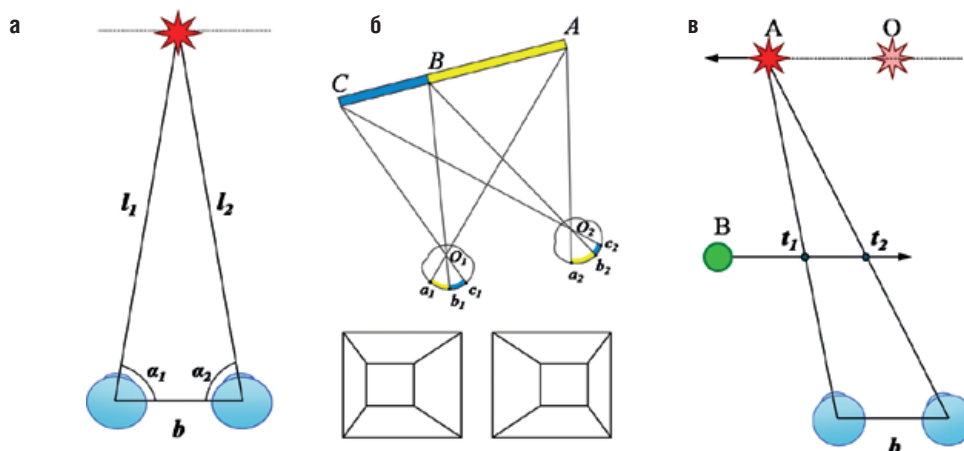


Рис. 5. Бинокулярные признаки глубины: взаимная ориентация осей двух глаз (а), геометрическая диспаратность (б), временная диспаратность (в)



Рис. 6. Иллюстрация диспаратности изображений на примере естественного ландшафта. Слева: левое изображение; справа: наложены два изображения стереопары и показан «экранный» параллакс для трёх объектов

блюдении возможно восприятие объектов, которые никак нельзя или чрезвычайно трудно увидеть одним глазом. В естественных условиях наблюдения такими объектами могут быть, например, животные, окраска которых имитирует свойства фона, люди в камуфляжной форме, специально маскируемая военная техника. Если маскировочная окраска подобрана хорошо, выделение объекта из фона может оказаться возможным только на основе бинокулярной диспаратности. Более того, в таких случаях их восприятие должна обеспечивать, в основном, чисто бинокулярная система ЧБС, поскольку контуры объектов монокулярно не определяются и, следовательно, функционирование постмонокулярной системы ПМС затруднено или невозможно. Особенности работы ЧБС нагляднее всего можно продемонстрировать при помощи так называемых случайно-точечных стереограмм (СТС), в которых вся информация о форме объектов и их расположении кодируется диспаратностью. Пример такой стереограммы приведён на рис. 7. Объекты, которые можно увидеть только в условиях бинокулярного восприятия, получили название чисто бинокулярных, или *циклопических*, объектов. В теории бинокулярного зрения существует понятие *циклопический глаз*, означающее виртуальный бинокулярный орган, расположенный между двумя глазами (аналогично единственному глазу

легендарного Циклопа), с осью которого связывают зрительные впечатления при бинокулярном восприятии.

Принцип создания СТС был описан отечественным учёным Б.Н. Компанейским ещё в 1939 г. Спустя 20 лет, в 1959 году Б. Юлеш реализовал эту идею, используя компьютерные методы генерации случайных паттернов, и позже провёл масштабные исследования особенностей восприятия таких зрительных стимулов, суммировав итоги своей работы в прекрасной монографии [28].

Чтобы дать некоторое представление о реальной организации мозговых отделов зрительной системы, приведём морфологические схемы, иллюстрирующие сложную систему распределения обработки сигналов из разных областей в коре полушарий головного мозга (рис. 8).

На приведённых на рис. 8 схемах показаны пути в мозг от сетчаток двух глаз и локусы, в которые попадают проекции разных точек поля зрения через каждый глаз. Анализируя эти схемы, можно видеть, что анатомическая структура зрительной системы хорошо приспособлена для сравнения двух проекций. В чём это выражается?

Прежде всего, в том, что сигналы от объектов, попадающих в зону бинокулярного перекрытия (а это примерно 120° по горизонтали), приходят через два глаза в соседние участки зрительной коры, где формируются бинокулярные клетки, настроенные на разную диспаратность сетчаточных изображений. Чтобы обеспечить такую «функциональную встречу» нужных сигналов, понадобилось разделить зрительные пути из каждой сетчатки на два основных потока, передающих информацию из носовых (назальных) половин в контралатеральное (противоположное) полушарие, а из височных (темпоральных) – в ипсилатеральное (одноимённое) полушарие. Необходимость такого разделения легко понять, если учесть, что изображения большинства точек пространства получаются в левом и правом глазу на разноимённых половинах сетчатки. В связи с этим возникает необходимость свести сигналы от назальной половины сетчатки левого глаза с

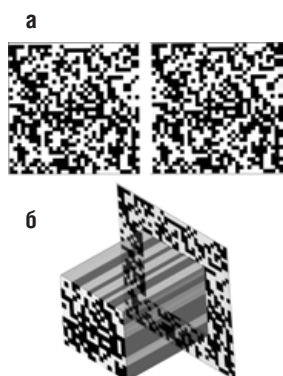


Рис. 7. СТС. Чисто бинокулярный (циклопический) объект – квадрат в центре случайно-точечного паттерна: а – случайно-точечная стереограмма; б – иллюстрация изменения видимого образа в результате фузирования левого и правого изображений

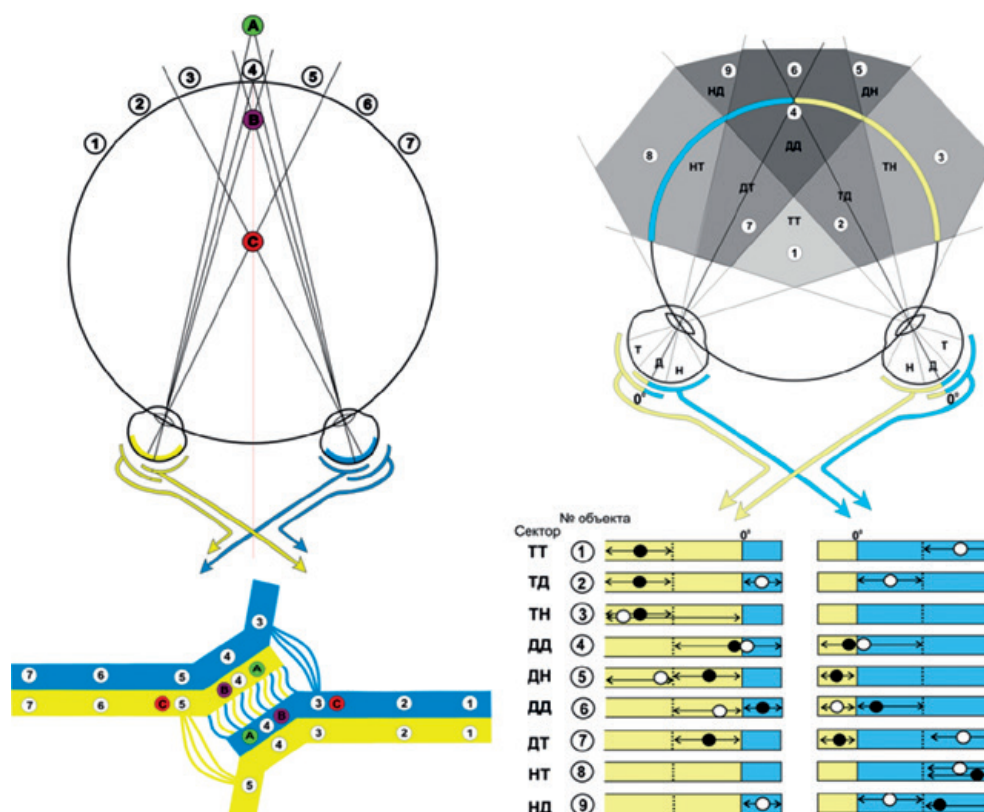


Рис. 8. Морфологические схемы проекций двух сетчаток и точечных объектов, расположенных в разных зонах зрительного пространства, в кору больших полушарий (по [1])

сигналами от темпоральной половины сетчатки правого глаза, и наоборот. В результате в каждом полушарии мозга у человека обрабатывается информация из одной половины зрительного пространства, но поступающая через оба глаза. Благодаря такой организации зрительных путей формирование бинокулярных нейронов, получающих входы из обоих глаз, может осуществляться внутривисцеральными связями. Это подтверждают данные клинических исследований: при поражении одного из полушарий утрачивается зрение в одной (противоположной) половине зрительного пространства, однако бинокулярная оценка удалённости объектов, расположенных в другой половине пространства, не нарушается.

Кроме того, следует отметить, что карты полей зрения левого и правого глаз в первичной зрительной коре, где осуществляется начальный этап интеграции информационных потоков от двух глаз, организованы ретинотопически (т.е. повторяют топологию сетчаток) и пространственно перекрываются. Это даёт возможность формировать бинокулярные нейроны за счёт минимальной длины связей с монокулярными клетками, относящимися к разным глазам.

Как было сказано выше, клетки назальной области Н сетчатки проецируются в контралатеральное (противоположное) полушарие, а клетки темпоральной области Т – в ипсилатеральное полушарие. Часть клеток центральной зоны проецируются в оба полушария – это клетки так называемой зоны назо-темпорального перекрытия Д. У приматов зона назо-темпорального перекрытия распо-

ложена по обе стороны от центрального вертикального меридиана сетчатки, её проекция в коре имеет ширину около 1° в центре и увеличена до 15° на крайней верхней и нижней периферии поля зрения [21, 31].

На основании различий в адресации путей из трёх областей сетчатки, в зрительном пространстве можно выделить девять секторов, различающихся проекциями в кору (рис. 8). Проекция в коре точечных объектов, расположенных в разных секторах зрительного пространства, показаны в нижней части рисунка. Видно, что объект может быть представлен в двух-четырёх монокулярных локусах коры одного или обоих полушарий, причём тип представительства зависит от того, на какие области сетчаток данный объект проецируется. При изменении положения объекта в пределах отдельного сектора количество локусов не меняется, изменяется только их местоположение в коре (диапазон указан стрелками).

Известно, что объекты, расположенные вблизи горизонтальной окружности Вайс-Мюллера, проходящей через точку фиксации взора и оптические центры глаз – проецируются на соответствующие точки сетчаток, диспаратность их сетчаточных проекций равна 0. В зрительной коре проекции точечных объектов, расположенных на этой окружности в секторах ДД, НД, ДН, ТН и НТ, представлены в соседних локусах, причём каждая – в пределах одной корковой гиперколонки, описанной Д. Хьюбелом и Т. Визелем [24, 25]. Поскольку гиперколонки имеют размер около 1 мм, можно заключить, что

объекты, проецирующиеся на корреспондирующие точки сетчаток, могут быстро анализироваться с использованием связей, длина которых не более 1 мм.

Чем дальше от плоскости фиксации расположен объект, тем больше диспаратность его проекций на сетчатках, и тем больше расстояние между его проекциями в коре, соответствующими левому и правому глазу. Следовательно, для формирования бинокулярных нейронов, которые настроены на такие объекты, необходимы связи между клетками из пространственно разнесённых гиперколонок. Более того, для настройки бинокулярных нейронов на объекты в секторе ТТ необходимы *были бы* не внутрислошарные, а уже межполушарные связи. Однако известно, что протяжённость связей между клетками отдельного коркового поля ограничена длиной 8–9 мм [14]. Кроме того, не обнаружено связей между клетками двух полушарий, которые расположены вдали от проекции вертикального меридиана поля зрения [28]. Максимальная диспаратность изображений на сетчатках, для которой были найдены избирательные бинокулярные нейроны, не превышает 2–3° [16, 32]. Отсюда следует, что в зрительной коре не формируются бинокулярные нейроны, настроенные на объекты, расположенные в некоторых секторах пространства (например, в ТТ, ТД, ДТ). Удалённость таких объектов, вероятно, оценивается только монокулярными подсистемами.

Итак, обработка монокулярных и бинокулярных признаков глубины и объёмности производится в различных областях, под областях и колонках зрительной коры. Результаты нейрофизиологических и психофизических исследований свидетельствуют о том, что внутри этих зон как бы ищутся частные решения зрительных задач, которые затем сопоставляются, проверяются и объединяются в некотором интегративном центре [15, 17–19, 26]. У каждого человека формируются свои предпочтения и

привычные паттерны активности, отражающие успешность работы разных механизмов, частоту встречаемости разных ситуаций в жизни и т.д. В этом отношении показательны результаты опроса фотографов и кинооператоров, пользующихся фотоаппаратами с одним объективом и, следовательно, имеющих необходимость подолгу смотреть одним глазом. Такие профессионалы настолько привыкают к монокулярным условиям зрения и столь эффективно используют монокулярные признаки глубины и объёмной формы, что не видят большой разницы между монокулярными и бинокулярными условиями наблюдения. Есть основания предполагать, что среди таких профессионалов доля людей с нарушенными или ослабленными бинокулярными функциями выше средней.

Подчёркнём, что при реконструкции сцен, показываемых в 2D формате, не могут адекватно функционировать ни ЧБС, ни ПМС, а две монокулярные подсистемы как бы смотрят на мир из одной точки (рис. 9, а). Если ЧБС и ПМС будут активно работать, они будут порождать гипотезу о том, что рассматриваемая сцена не имеет протяжённости по глубине, и их вклад в формирование видимого образа приведёт к существенному его уплощению, уменьшению пластичности. Таким образом, при просмотре 2D фильмов имеет смысл подавлять ЧБС и ПМС (делать соответствующие весовые коэффициенты равными нулю).

При просмотре фильмов 3D формата (рис. 9, б) имеют возможность функционировать все подсистемы, но бинокулярные механизмы вынуждены работать с большей нагрузкой, чем в естественных условиях зрительного восприятия, что подчёркнуто на схеме выделением соответствующих путей красным цветом. В целом, режим работы зрительной системы при просмотре фильмов в 3D формате ближе к наблюдению естественных сцен, чем асимметричный режим просмотра 2D фильмов, но ко второму мы привыкали в течение многих лет. Некоторый диском-

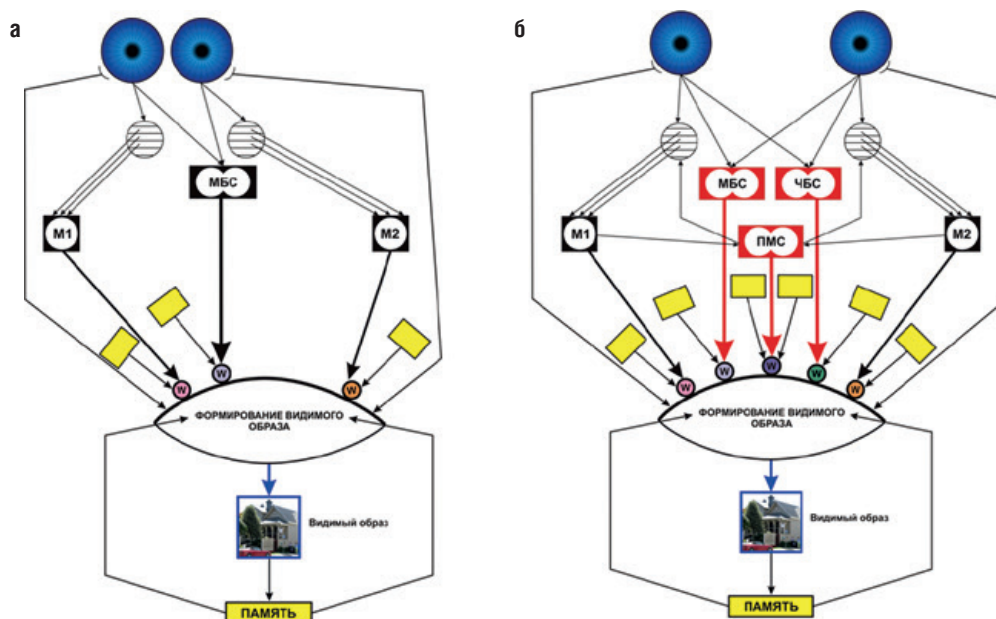


Рис. 9. Функциональные схемы работы зрительной системы в условиях просмотра обычных (2D) и стереоскопических (3D) фильмов

форт может также вызывать неестественно высокая степень резкости удалённых предметов, которая иногда используется в фильмах 3D формата для лучшей передачи глубины в расчёте на бинокулярные механизмы. К сожалению, излишняя резкость удалённых объектов вступает в противоречие с ожидаемым снижением чёткости контуров при увеличении расстояния, являющимся одним из монокулярных факторов пространственного восприятия.

В последние десятилетия появились фантастические технические возможности для изучения отдельных нейрофизиологических механизмов пространственного восприятия и взаимоотношений между ними. Быстро развивающиеся морфо-функциональные методы, такие как позитронная эмиссионная томография (PET) и функциональный магнито-резонансный имиджинг (fMRI), уже позволили получить данные, свидетельствующие об участии в формировании трёхмерных образов многих областей коры мозга: затылочных, теменных, височных, лобных зон. В частности, было показано участие задних теменных зон в анализе трёхмерной формы на основе бинокулярной диспаратности. При восприятии формы по светотени и определении глубины по движению зарегистрирована активация зон височной коры вблизи затылочно-височной границы. В условиях привлечения внимания к трёхмерной структуре объектов обнаружена специфическая активность лобных зон.

На рис. 10 для примера приведены данные из работы зарубежных авторов [20], регистрировавших активность зрительных зон мозга в условиях наблюдения одних и тех же зрительных сцен, представленных в 2D и 3D форматах, а также соответствующих скремблированных изображений («мозаичных» картин из случайно переставленных элементов). Не вдаваясь в подробности экспериментальной техники, укажем только, что верхний ряд отражает усиление активности зон, отвечающих за анализ бинокулярной диспаратности, а нижний ряд – активность зон, использующих монокулярные признаки глубины. Хорошо видны различия между этими ситуациями.

Очевидно, что вклад в формирование видимого образа рассмотренных механизмов пространственного зрения, локализованных, как оказалось, в различных областях мозга, должен зависеть от уровня развития этих областей мозга, уровня их кровоснабжения и степени использования в повседневной жизни.

3. Данные о влиянии зрительного опыта и обучения на функционирование бинокулярных механизмов

Обзор и анализ имею-

щейся литературы свидетельствует о том, что показатели работы бинокулярных механизмов можно существенно улучшить путём специальных тренировок, причём эффект научения часто проявляется весьма быстро. В упомянутой выше фундаментальной монографии Юлеша, изданной 40 лет назад [28], отмечалось, что при первой попытке фузирования сложных случайно-точечных стереограмм с большим числом элементов (1000×1000 пикселей) и значительным диапазоном диспаратностей (0–100 пикселей) испытуемым может потребоваться около минуты, чтобы увидеть закодированную трёхмерную картину, но уже вторая попытка может занять всего несколько секунд. Если после этого предложить испытуемому другую стереограмму, но схожую по диапазонам параметров, она может быть сфузирована значительно быстрее, чем в отсутствие опыта с первой СТС. В той же монографии Юлеш описал и другое следствие обучения – расширение фузионной зоны.

Наш собственный опыт работы с людьми, имеющими неявные нарушения бинокулярного восприятия, показал, что в большинстве случаев всего 10–15 специальных тренировок продолжительностью 20–30 минут, проводимых через 1–2 дня, уже дают заметный эффект в плане нормализации функционирования бинокулярной системы. Конечно, в тяжёлых случаях восстановление или развитие бинокулярных функций может занимать многие месяцы и годы, но такие случаи составляют единицы процентов.

В своей практике мы нередко сталкивались с людьми, у которых научение восприятию формы и глубины на основе бинокулярной диспаратности происходило буквально на глазах в течение одного урока. В качестве примера можно привести наш опыт занятий по развитию у школьников и студентов способности к восприятию так называемых «магических картинок» – автостереограмм (SIRDS: Single Image Random Dot Stereogram), создаваемых на основе квазипериодических паттернов со сложной текстурой. Такие стереограммы позволяют увидеть объёмный объект, выступающий из фона, только при правильной «дешифровке» диспаратностей в условиях избыточного разведе-

дения или сведения осей глаз относительно позиции точной фиксации взгляда на странице с картинкой примерно на величину периода текстуры. В сущности, задача таких занятий – переключить внимание учеников с обычного образа реальной плоской страницы с картинкой на виртуальный трёхмерный образ, возникающий при анализе диспаратностей. Используя разные приёмы и варьируя параметры изображений, в конце концов,

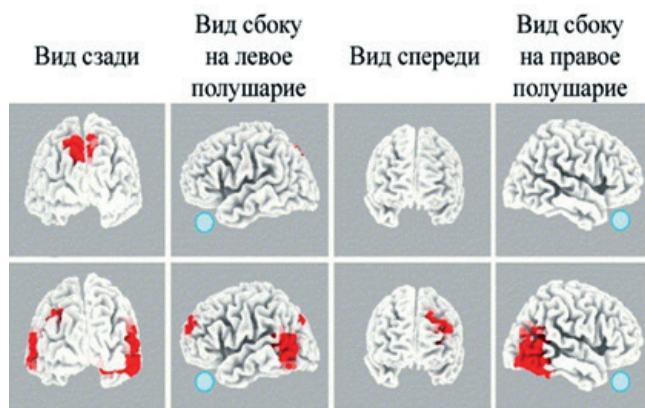


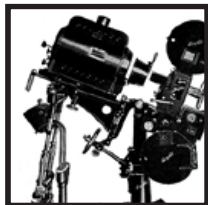
Рис. 10. Различия зрительных зон мозга, в которых анализируются бинокулярные и монокулярные признаки глубины [20]

удаётся добиться успешного овладения нужным навыком у подавляющего большинства учеников, только некоторым для этого достаточно одного занятия, другим требуется 2–3 урока, а третьим – с десяток или более. Обычно успех приходит как озарение и вызывает сильные положительные эмоции, после чего навык довольно быстро закрепляется. Хотя процесс не всегда идёт гладко (иногда наблюдаются временные затруднения), но если ученик сохраняет желание научиться, он обязательно достигает лёгкости восприятия, и напряжение сменяется удовольствием. ■

Авторы выражают глубокую благодарность А.П. Терёхину, Н.П. Забалуевой и Е.Н. Крутцовой за техническую помощь в создании иллюстраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.В. Морфо-функциональные основы формирования в коре головного мозга отображения зрительного пространства. Автореферат диссертации доктора биологических наук, с. 41, СПб, 2003.
2. Бонч-Осмоловский А.М. Модели и алгоритмы стереосинтеза. Обзор. М.: ИАЭ, с. 76, 1983.
3. Васильева Н.Н., Рожкова Г.И., Рожков С.Н. О пользе и вреде современных технологий формирования стереокиноизображений для людей с различным состоянием зрительных функций. МТК № 19, с. 7–15, 2011.
4. Майоров Н.А. Становление и развитие отечественного стереокино. МТК № 19, с. 33–51, 2011.
5. Николаев П.П. Гауссовская модель и процедуры цветовой константности для сцен двойного освещения. II. Роль интеррефлексов. Сенсорные системы, Т. 21, № 4, с. 316–330, 2007.
6. Николаев П.П. Гауссовская модель и процедуры цветовой константности для сцен двойного освещения. III. Геометрия цвета. Сенсорные системы, Т. 22, № 2, с. 120–138, 2008.
7. Николаев П.П. Гибридная спектральная модель в задаче константности цвета. II. Методы решения задачи для наборов ключевых объектов. Сенсорные системы, Т. 24, № 3, с. 198–219, 2010.
8. Петров А.П. Направление взора и стереосинтез. Физиология человека, Т. 2, № 1, с. 153–166, 1976.
9. Петров А.П., Зенкин Г.М. Изображения на сетчатках как источник информации о положении глаз в орбитах и бинокулярные механизмы организации зрительного пространства. Физиология человека, Т. 2, № 6, с. 932–939, 1976.
10. Рожкова Г.И. Бинокулярное зрение. Руководство по физиологии. Физиология зрения. М.: Наука, с. 586–664, 1992.
11. Рожкова Г.И., Васильева Н.Н. Сравнительные трудности восприятия фильмов в 2D и 3D форматах. МТК № 16, с. 12–19, 2010.
12. Рожкова Г.И., Николаев П.П. Бинокулярное восприятие при сильной рассогласованности сетчаточных изображений. Сенсорные системы, Т. 6, № 2, с. 84–96, 1992.
13. Рожкова Г.И., Николаев П.П., Щадрин В.Е. О факторах, определяющих особенности восприятия стабилизированных сетчаточных изображений. Физиология человека, Т. 8, № 4, с. 564–571, 1982.
14. Amir Y., Harel M., Malach R. Cortical hierarchy reflected in the organization of intrinsic connections in macaque monkey visual cortex. J.Comp. Neurol, V. 334, p. 19–46, 1993.
15. Anzai A., DeAngelis G.C. Neural computations underlying depth perception. Current Opinion in Neurobiology, Vol. 20, No 3, p. 367–375, 2010.
16. Barlow H.B., Blakemore C., Pettigrew J.D. The neural mechanisms of binocular depth discrimination. J. Physiol, V. 193, p. 327–342, 1967.
17. Bulthoff, H. H., Mallot, H. A. Integration of depth modules: Stereo and shading. Journal of the Optical Society of America A, Optics and Image Science, V. 5, p. 1749–1758, 1988.
18. Cryer J. E., Tsai P.-S., Shah M. Integration of shape from shading and stereo. Pattern Recognition, V. 28, No 7, p. 1033–1043, 1995.
19. Fernandez J. M., Farrell B. A neural model for integration of stereopsis and motion parallax in structure from motion. Neurocomputing, V. 71, No 7–9, p. 1629–1641, 2008.
20. Fischmeister F. P. S., Bauer H. Neural correlates of monocular and binocular depth cues based on natural images: A LORETA analysis. Vision Res., V. 46, p. 3373–3380, 2006.
21. Fukuda Y., Sawai H., Watanabe M., Wakakuwa K., Morigiwa K. Nasotemporal overlap of crossed and uncrossed retinal ganglion cell projections in the Japanese monkey (Macaca fuscata). J. Neurosci, V. 9, № 7, p. 2353–2373, 1989.
22. Hadani I., Ishai G., Gur M. Visual stability and space perception in monocular vision: mathematical model. J. Opt. Soc. Am., V. 70, p. 60–65, 1980.
23. Horn B.K.P. Obtaining shape from shading information. The psychology of computer vision. (Ed. Winston P.H.) McGraw-Hill, p. 115–155, New York, 1975.
24. Hubel D.H., Wiesel T.N. Receptive fields and functional architecture in two nonstriate visual areas (18 and 19) of the cat. J. Neurophysiol, V. 28, № 2, p. 229–289, 1965.
25. Hubel D.H., Wiesel T.N. Brain and visual perception. Oxford University Press. N. Y. Oxford, 2005.
26. Ichikawa M., Saida S., Osa A., Munechika K. Integration of binocular disparity and monocular cues at near threshold level. Vision Res., V. 43, No 23, p. 2439–2449, 2003.



ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ЭКРАННЫХ ПАРАЛЛАКСОВ

А.Е. Белозёров, д.б.н.,
к.ф.-м.н., Г.И. Рожкова,
д.б.н., ИППИ
им. А.А. Харкевича,
РАН, Москва



Аннотация

Протяжённость пространства, которое можно успешно использовать для формирования стереоскопических образов перед экраном или за экраном, зависит как от параметров экранного изображения, так и от индивидуальных способностей зрителя – его фузионных резервов. В работе проанализированы литературные и собственные данные, касающиеся фузионных резервов для заэкранного пространства, которые были получены в различных экспериментальных условиях при помощи различных методов измерения у наблюдателей разного возраста, не имеющих аномалий рефракции, а также близоруких и дальнозорких. Результаты обсуждаются в контексте показа стереофильмов в кинотеатрах, на экране 3D-телевизоров и на компьютерных 3D-мониторах. В наших экспериментах основным фактором, ограничивающим кажущееся удаление объекта от компьютерного или телевизионного экрана при больших положительных экранных параллаксах, оказалось положение стены позади экрана.

■ Одним из важнейших параметров стереоскопического изображения является экранный параллакс, или взаимное смещение сопряжённых точек в стереопаре на экране. В принципе, при фиксированных значениях базиса зрения и дальности до экрана экранный параллакс должен чисто геометрически передавать зрителю информацию о глубине расположения объекта. В

VARIABILITY OF THE GREATEST TOLERABLE VALUES OF THE POSITIVE SCREEN PARALLAX

A. Belozorov, G. Rozhkova

Abstract

The extent of the space that might be used successfully for the formation of stereoscopic images in front of and behind the screen depends on the parameters of the screen image, on one hand, and on the individual capabilities of the spectator – his fusional reserves, on the other hand. In this paper, we have analyzed the data available in the literature and our own experimental data concerning the fusional reserves for the space behind the screen that were obtained in different experimental conditions by means of different measuring procedures in the observers of various age without refractive anomalies, and in the nearsighted and farsighted ones. The results are discussed in the context of the stereoscopic film demonstration in the movie theater, on the 3D-TV, and 3D-monitors. In our experiments, the main factor limiting the perceived distance of the object from the TV or the display screen in the case of the large positive parallax seems to be the position of the wall behind the screen.

реальности ситуация намного сложнее: воспринимаемая зрителем глубина определяется внешними факторами, включающими не только экранный параллакс, но и другие параметры изображений, а также закономерностями зрительного восприятия вообще и его особенностями для конкретного зрителя в конкретных условиях.

В данной работе мы рассмотрим лишь способность человека осуществлять бинокулярную фузию, преодолевая противоречие между состоянием вергенции и аккомодации. Благодаря бинокулярной фузии, человек воспринимает левое и правое изображения объекта с ненулевым экранным параллаксом как единый объект вне плоскости экрана. При этом, если вергенция управляется положением сопряжённых точек на экране, и точка пересечения зрительных осей не совпадает с плоскостью экрана, то аккомодационный стимул всегда соответствует позиции экрана.

Наиболее близким понятием в офтальмологии, описывающим эту способность, является понятие фузионных резервов. Фузионные резервы – это вергенционные пределы фузии, именно они характеризуют способность зрительной системы к бинокулярному восприятию в условиях рассогласования аккомодации и вергенции. Офтальмологи считают их одним из основных показателей состояния бинокулярного зрения. Фузионные резервы складываются из резервов конвергенции и дивергенции: первые считают положительными, а вторые – отрицательными. Традиционное определение этих резервов тесно связано со способом их измерения. Величину фузионных резервов принято оценивать при помощи призм, устанавливаемых перед каждым глазом основанием к виску или к носу и отклоняющих лучи от объекта, вызывая его кажущееся приближение или удаление, соответственно. Увеличивая силу призм, находят критические значения, до которых зрительная система ещё сохраняет способность к бинокулярному восприятию объекта. При этом для сохранения бификсации тест-объекта и фузии зрительная система компенсирует призматическое отклонение лучей, в первую очередь, соответствующим разворотом зрительных осей. Кроме того, к предельным углам разворота зрительных осей добавляются углы допустимого сдвига изображений тест-объекта от этих осей, соответствующие приблизительно половине ширины фузионной зоны Панума. В пределах этой зоны точки, имеющие не нулевую сетчаточную диспаратность, воспринимаются слитно [7].

Кроме призмённых линеек, представляющих собой наборы простых призм, для измерения фузионных резервов используют и более сложные оптические приборы – призмённые компенсаторы или фороптеры (методика по Иеншу: Jaensch P.A., 1949), проводя измерения для близи с 33 см и для дали с 5 м. Проводят измерения и при помощи синоптофора (рис. 1).

В этом случае для изменения направления на тест-объект используют разворот подвижных труб с оптическими каналами для левого и правого глаз. Синоптофор позволяет измерять только фузионные резервы для дали, так как тест-объекты предъявляются в оптической бесконечности.

В последние годы, благодаря развитию компьютерной техники, инфракрасной оптики, чувствительных и скоростных видеокамер высокого разрешения, появилась техническая возможность напрямую записывать движение обоих глаз одновременно, а, следовательно, оценивать направление и взаимную ориентацию их зрительных осей.

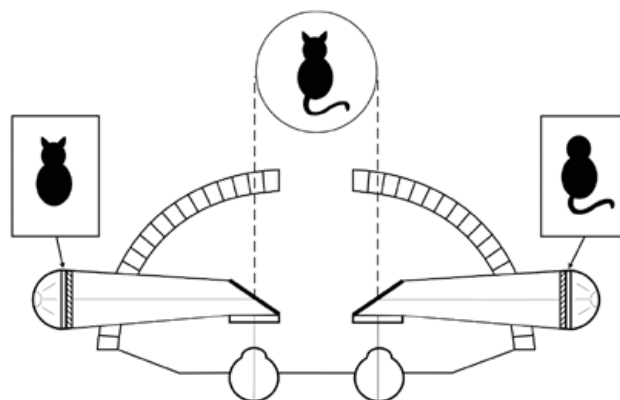


Рис. 1. Синоптофор – схема образования бинокулярного изображения

Довольно объёмные исследования фузионных резервов были проведены Т.П. Кащенко [1]. Было обследовано 26 лиц с нормальным бинокулярным зрением. Исследовалась зависимость фузионной способности от величины объекта, от ориентации вытянутого объекта (вертикальной или горизонтальной), от освещённости объекта и фона, и даже от степени искусственного снижения остроты зрения одного или обоих глаз. Указанные измерения проводились на синоптофоре, однако дополнительно было проведено сравнение резервов, измеряемых на синоптофоре и при помощи призм. Представление о результатах, полученных Т.П. Кащенко, даёт таблица 1.

В этой таблице значения фузионных резервов указаны в градусах, что удобно при измерениях на синоптофоре. Когда используют призмы, фузионные резервы обычно выражают в призматических диоптриях.

Из приведённой таблицы видно, что показатели фузионных резервов, измеренные при помощи призм, меньше, чем на синоптофоре. Далее, фузионные резервы больше для крупных объектов по сравнению с мелкими, для горизонтально вытянутых по сравнению с вертикальными. Они больше при малой яркости фона и при одинаковой, пусть даже и сниженной, остроте зрения обоих глаз. Однако приходится признать, что, так как почти все эти измерения сделаны на синоптофоре, их количественные результаты важнее для клиники, чем для стереокино.

В современных кинозалах, особенно больших, трёхмерные сцены, соответствующие среднему и дальнему плану, демонстрируются в приблизительно натуральном масштабе, примерно как на театральной сцене. Параллаксы таких сцен, как отрицательные, так и положительные, незначительно противоречат аккомодации на экран, и вопрос об установке осей проекционных аппаратов решается довольно просто. Но стереокино начинает проникать и в домашние кинотеатры, начали широко выпускаться телевизоры, настольные мониторы, ноутбуки и даже смартфоны с возможностью 3D-визуализации. Соответственно, расстояние от глаз до экрана становится всё меньше, и появляются вопросы, касающиеся как психологии восприятия,

Табл. 1. Фузионные резервы, измеренные в различных условиях

Изменяемый параметр	Характер объектов	Фузионные резервы ($M \pm \sigma$), в градусах	
		Положительные	Отрицательные
Метод измерения	Призмы, для слияния	$9,8 \pm 3,4$	$3,0 \pm 1,5$
	Синоптофор, для слияния	$16 \pm 8,0$	$5,1 \pm 1,8$
	Синоптофор, для стереоскопии	$22 \pm 9,5$	$6,0 \pm 1,8$
Величина объекта	Круг диаметром 18 мм	22 ± 12	$5,2 \pm 1,5$
	Круг диаметром 6 мм	$14 \pm 9,0$	$3,8 \pm 1,4$
Расположение прямоугольника 3x15 мм	Вертикальное	$11 \pm 4,5$	$3,2 \pm 1,7$
	Горизонтальное	$13 \pm 5,5$	$7,9 \pm 1,4$
Яркость фона	40 кд/м^2	$16 \pm 4,5$	$5,4 \pm 1,8$
	470 кд/м^2	$11 \pm 4,9$	$4,2 \pm 2,0$
Снижение остроты зрения до 0,4	Одного глаза	$8,0 \pm 3,8$	$4,0 \pm 1,7$
	Обоих глаз	18 ± 11	$6,3 \pm 2,6$

так и офтальмоэргономики. Например, если в кино демонстрируются средний или дальний планы, то полным аналогом этому на стереомониторе будет демонстрация ближнего плана, скажем, натюрморта. А демонстрация сцены, содержащей как близкие, так и очень удалённые объекты, потребует уменьшения масштаба для уменьшения диапазона экранных параллаксов и превратит сцену в подобие макета с игрушечными объектами на нём. Если же пытаться сохранить масштаб и рассматривать изображение с близкого расстояния, чтобы оставить угловые размеры изображения прежними, то резко увеличится нагрузка на фузию.

Мы попытались проверить, в какой степени можно добиться ощущения максимальной удалённости объекта, демонстрируемого при помощи современного стереомонитора. Использовались как искусственно созданные изображения, например, чёрный круг на белом фоне, так и естественные природные или городские пейзажи, содержащие средний и дальний планы. Показывая стереопары с параллаксом, равным базису зрения, в случае обычных расстояний от глаз до экрана (50–120 см), мы никогда не получали ощущения бесконечной удалённости объектов. Пытаясь количественно измерить зависимость кажущегося положения объекта от величины экранного параллакса, мы изменили положение монитора относительно задней стены и обнаружили эффект, обратный известному «отжимающему действию рамки» – по аналогии его можно назвать «прижимающим действием стенки». А именно, если наблюдатель видел, пусть даже плохо или частично, стенку позади монитора, кажущееся положение объекта могло лишь незначительно уходить за эту стенку. Располагая монитор на очень разных рассто-

яниях от стены – от 20 см до 8 м, мы увидели, что при параллаксах, равных или превышающих базис зрения, влияние стены оказывается первостепенным фактором, способным существенно ограничить уход объекта в за-экранное пространство. При этом было замечено, что увеличение экранного параллакса до значений, превышающих базис зрения, позволяет дополнительно отодвинуть объект, хотя и не до бесконечности, так как рано или поздно начинается его двоение. Отсюда и возник интерес к максимизации положительных экранных параллаксов как средству увеличения резко уменьшающейся глубины сцены при использовании бытовой техники для стереопоказа.

Исследования фузионной способности человека в условиях, близких к описываемым, были проведены Анисахон Шараповой [6], одним из руководителей кандидатской работы которой являлась упоминавшаяся выше Т.П. Кащенко. При помощи призмённого устройства А. Шараповой было обследовано 40 здоровых лиц –

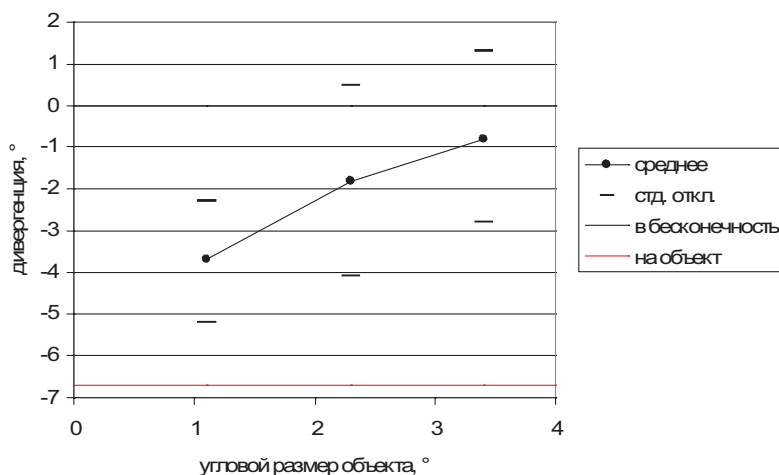


Рис. 2. Зависимость реальной предельной дивергенции от размера объекта при наблюдении с расстояния 0,5 м

учеников 1–7 классов в возрасте 7–14 лет с остротой зрения 0,9–1,0 на каждом глазу и бинокулярным зрением. Далее для удобства мы пересчитаем полученные ею данные в углы фузионных резервов реальной дивергенции – будем так называть углы, отсчитываемые от параллельного направления зрительных осей в сторону их разведения. Среднее межзрачковое расстояние для этого интервала возрастов мы взяли из данных работы [4] – оно составляет 58,5 мм.

На рис. 2 приведены значения реальной предельной дивергенции при наблюдении с расстояния 0,5 м объектов с размерами 10, 20 и 30 мм (соответственно, их угловые размеры составляют 1,1°, 2,3°, 3,4°). Горизонтальной чёрной линией здесь обозначена нулевая дивергенция или параллельность зрительных осей – аналог экранного параллакса, равного базису зрения. Красной линией показан угол, соответствующий наблюдению без призм – аналог нулевого экранного параллакса. Как видно из графика, вариабельность значений была довольно большой, и часть учеников продемонстрировала положительную реальную дивергенцию. Но в среднем при увеличении размера реальная дивергенция увеличивалась от -3,7° до -0,8°, оставаясь отрицательной, т.е. по сути была конвергенцией.

Рис. 3 демонстрирует, как при увеличении расстояния до объекта растёт величина реальной предельной дивергенции. Зелёным и синим цветом показаны результаты, соответственно, для объектов размером 30 и 20 мм. Видно, что при увеличении расстояния до 1,5–2 м большинство испытуемых сохраняли фузию при параллаксе, равном базису зрения.

Е.Е. Сомов [5] приводит следующие нормативы фузионных резервов для молодых людей 17–22 лет. Для дали: положительные – $20 \pm 4,5\Delta$; отрицательные – $10 \pm 1,9\Delta$. Для близи: положительные – $26 \pm 4,1\Delta$; отрицательные – $19 \pm 4,6\Delta$ (данные Мирецкой В.О. [3]). Здесь указаны средние значения и стандартное отклонение в призмменных диоптриях. Таким образом, по данным Е.Е. Сомова, и те и другие резервы для близи заметно больше, чем резер-

вы для дали. Переведём значения для близи в величину реальной конвергенции и дивергенции, отсчитываемой от параллельного направления осей, считая дальность равной 33 см, а базис зрения – 65 мм. Получаем максимальный угол реальной конвергенции – $26 \pm 2,3^\circ$, а максимальный угол реальной дивергенции – $-0,3 \pm 2,6^\circ$. Эти значения максимальной реальной дивергенции выше, чем полученные А. Шараповой для школьников. Но, тем не менее, настоящей дивергенции всё также практически нет – в среднем глаза остаются чуть-чуть повернутыми внутрь к носу, не преодолевая положительный экранный параллакс, равный базису зрения.

Имеются также данные, полученные Н.В. Михайловым и Е.Е. Сомовым [5] на портативном фузиометре В.А. Маревского и Е.Е. Сомова [2]. Это простой механический прибор, не содержащий оптических элементов, с механическим разделением полей зрения, но очень ограниченным полем зрения каждого глаза. Измерялись резервы дивергенции у операторов – мужчин молодого возраста (19–25 лет), с нормальным зрением (эмметропов), близоруких (миопов) и дальнозорких (гиперметропов), при наблюдении объектов с угловым диаметром порядка 50' с расстояния 33 см. Оказалось, что даже при максимальном переносимом разведении объектов, линии, выходящие из узловых точек глаз и проходящие через эти объекты, в большинстве случаев пересекаются впереди на конечном расстоянии. У эметропов и корригированных миопов эти линии образуют угол в среднем 3–4° при стандартном отклонении 2–3°, а у лиц со слабой (меньше +1D) некорригированной гиперметропией – даже 5,6° при стандартном отклонении 1,2°. Таким образом, с указанного расстояния испытуемые-операторы, как правило, не могли видеть слитными объекты, установленные прямо перед каждым из глаз, т.е. с параллаксом, равным базису зрения. Заметим, что эти данные хорошо согласуются с результатами А. Шараповой для школьников.

Мы также измеряли фузионные резервы на разных расстояниях, чтобы определить вклад окуломоторного и сенсорного компонентов. Первый компонент – глазодвигательный рефлекс, перемещающий изображения объекта на центральные участки сетчаток. Второй – собственно фузия как ощущение слияния двух монокулярных изображений в одно целое.

Измерения фузионных резервов у одних и тех же испытуемых проводились при помощи двух различных методов разделения полей зрения правого и левого глаза: 1) с использованием синоптофора, 2) с использованием 3D монитора HYUNDAI с круговой поляризацией, соответствующих поляроидных очков и программного обеспечения. При помощи системы iView X (SMI) велась запись движений обоих глаз одновременно.

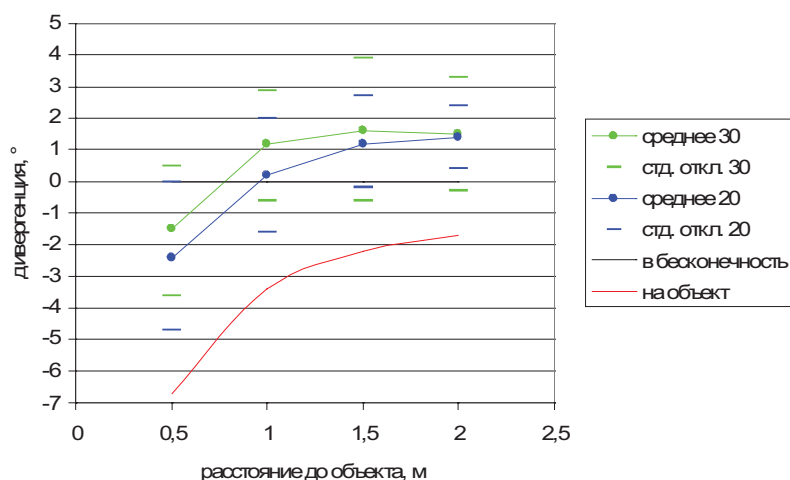


Рис. 3. Зависимость реальной предельной дивергенции от расстояния до объекта при его размерах 30 и 20 мм

Поскольку число обследованных испытуемых невелико, статистические показатели пока приводить рано.

На рис. 4 в качестве примера показаны графики зависимости реальной предельной дивергенции от расстояния до объекта для нескольких взрослых испытуемых разного возраста с нормальным бинокулярным зрением. Условия измерения отличались от условий в экспериментах А. Шараповой тем, что не линейный, а угловой размер объектов для разных расстояний поддерживался неизменным – он составлял примерно $0,6^\circ$ (угловой диаметр тёмных кружков на светлом фоне). Если проводить параллель с бытовой ситуацией, то в эксперименте А. Шараповой один и тот же стереомонитор располагался бы на разных расстояниях, а в нашем эксперименте наблюдение на небольшом ноутбучном мониторе сопоставлялось бы с наблюдением на большом телевизионном или на комнатном проекционном экране, находящемся на пропорционально большем расстоянии. Сравнительный анализ этих и других результатов наших испытуемых на различных дистанциях наблюдения показал значительную вариабельность возможностей как в отношении обычных резервов (запасов) дивергенции, так и реального расхождения (разведения) зрительных осей для дали и близи. Следует заметить, что у тренированных наблюдателей (КК, ЗН) реальная дивергенция зрительных осей для близи оказалась такой же, как и для дали, или даже больше, несмотря на более сильное противоречие между стимулами для аккомодации и вергенции. В то же время, встречались наблюдатели (ТА) с очень малыми отрицательными фузионными резервами. Таким испытуемым практически не удавалось отклонить зрительные оси от реального направления на объект (красная линия на рис. 4).

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы. Устанавливать максимальный положительный экраный параллакс равным базису зрения можно при расстояниях до экрана, начиная с 2 м. При меньших расстояниях этот параллакс должен быть соответствующим образом уменьшен – или индивидуально, или в соответствии с общими нормами, в зависимости от ситуации. Соответственно, при стереовизуализации на экранах нынешней электронной техники не приходится рассчитывать на широкое использование заэкранного пространства. В кинотеатрах будут естественно восприниматься практически любые фильмы, особенно видовые и снятые в интерьере; противоестественно будут выглядеть в объёмном изображении лишь самые крупные планы. Для домашнего просмотра в большей степени подойдут съёмки в интерьере. А компьютеры и ноутбуки оказываются более приспособленными для конструкторской работы, а не для просмотра стереокино. Здесь противоречия между вергенцией и аккомодацией становятся

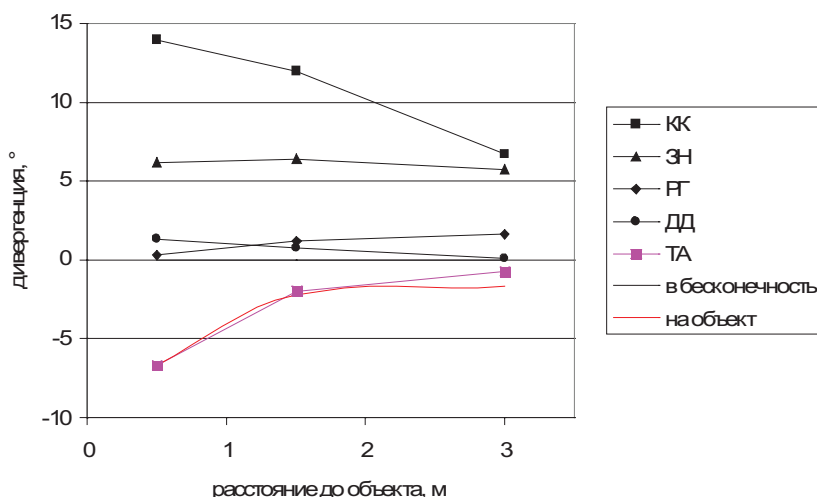


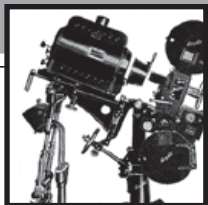
Рис. 4. Зависимость реальной предельной дивергенции от расстояния до объекта размером $0,6^\circ$

существенными, и сцены при демонстрации придётся масштабировать, не уводя далеко в заэкранное пространство. В результате эти сцены будут восприниматься как действия очень реалистичных игрушечных персонажей в пределах не менее реалистичного макета. ■

Авторы выражают благодарность Н.П. Забалуевой и Е.Н. Крутцовой за техническую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кащенко Т.П. Нарушение и методы восстановления фузионной способности зрительного анализатора при содружественном косоглазии. Диссертация канд. мед. наук, с. 161, М., 1966.
2. Маревский В.А., Сомов Е.Е. Рацпредложение, № 471/1, ВМедА им. С.М. Кирова, 1980.
3. Мирецкая В.О. Нарушения артериофтальмического давления, конвергенции и аккомодации в динамике закрытой травмы мозга. Автореферат дисс. канд. мед. наук, с. 27, Харьков, 1979.
4. Рожкова Г.И., Матвеев С.Г. Зрение детей: проблемы оценки и функциональной коррекции. / Институт проблем передачи информации, РАН, с. 315, М.: Наука, 2007.
5. Сомов Е.Е. Методы офтальмоэргономики. / Акад. наук СССР, Отд. Физиологии, с. 157, Л.: Наука, 1989.
6. Шарапова А. Методы восстановления фузионной способности при косоглазии и их клиническая оценка. Автореферат дисс. канд. мед. наук, с. 21, Самарканд, 1974.
7. Panum P.L. Physiologische Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen. Kiel Schwerssche Buchhandlung, p. 52, 1858.



ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ПЛАСТИКИ И ПРИЁМОВ СЪЁМКИ В СОВРЕМЕННОМ СТЕРЕО (3D) КИНО и пути преодоления данной проблемы

■ И.Г. Дауров,
режиссёр-стереограф



■ Новая «эра стереокино», связанная с внедрением цифровых технологий в процесс демонстрации и съёмки стереофильмов, обнажила ряд довольно острых проблем, прежде всего, в вопросе съёмки стереофильмов, что может помешать процессу дальнейшего укоренения стереокино в коммерческом массовом кинопроизводстве. На некоторых из таких проблем я и хотел бы акцентировать внимание, исходя из своего опыта и как зрителя 3D контента, и как практика в области цифровой съёмки 3D фильмов.

Основная проблема современного стереокино, как я полагаю, заключается в том, что в многолетних промежутках «волн» — этапов его развития и очередного нового витка выхода в коммерческий массовый кинотеатральный показ, между широким кругом специалистов, принимающих участие в создании стереофильма, почти нет никакой преемственности. Нет передачи, что называется «из рук в руки», прежде всего положительного опыта, полученного за годы работы в стереокино, от одного поколения кинематографистов к другому.

И в результате, с каждым новым витком прихода стереокино на массовый киноэкран, новое поколение специалистов вынуждено раз за разом повторять ошибки предшественников, что отрицательно сказывается на положительном, поступательном развитии стереокино. Ибо всякий раз требуется время, определённый путь, полный ошибок и накопления хоть какого-то опыта. Между тем эти факторы отрицательно влияют на позитивное восприятие тренда 3D кино современным массовым зрителем. Ибо тот вынужден смотреть им же оплаченный, по сути сырой полуфабрикат, а порой и откровенный брак стереоскопии как творческий, так и технический.

Путь преодоления этой проблемы заключается в следующем: как можно более массовом производстве стереофильмов и закреплении этого вида кинематографа как самостоятельного бренда, возможно, основно-

го для коммерческого кинематографа — с одной стороны, и создание сети киношкол по обучению и переобучению специалистов для работы в стереокино — с другой, а также развитие и поддержка некоммерческого направления стереокино в России не только со стороны многочисленных энтузиастов-одиночек, частных корпораций, но и со стороны государства. Ибо процессом обучения кадров для стереокинематографа и телевидения никто, кроме государства, всерьёз на данном этапе развития рынка кино в России заниматься не станет.

Другая отрицательная сторона современного стереокино — слишком слабое использование возможностей стереоскопии, почти полный отказ от вывода предметов в зальное и предэкранное пространство. Сегодня «моду» на стереокино диктуют производители в Америке, но студии Голливуда задают некий «образец» не только того, что снимать, но и как снимать. Сейчас 3D фильмы снимаются таким образом, чтобы всё изображение стереофильма воспринималось зрителем за рамой киноэкрана и с минимальной глубиной стереопространства. Возникает эффект «окна», где в искусственно ограниченном пространстве средне-крупных планов происходит действие. Это существенно снижает восприятие трёхмерности фильма и не оправдывается вполне естественное, справедливое ожидание зрителя от посещения стереокинотеатра иных ощущений, чего-то нового, оригинального. По этой и другим причинам, связанными с попытками внедрить в производство стереофильмов современной модной неуклюжей пластики традиционного кино, так и другими факторами, уже наметилась тенденция к снижению зрительского интереса к 3D фильмам.

Примечателен однако тот факт, что, к примеру, такие фильмы, как «Пила» или «Пункт назначения», которые, как я считаю, вообще нельзя было снимать в стерео, исходя из обилия ничем не оправданных сцен жесточайшего насилия и натуралистичной детализации кровавых

сцен, из которых собственно и строился весь сюжет, сняты были на удивление грамотно с точки зрения стерео, чего не скажешь о нормальных по содержанию 3D фильмах. Исключение, по моему мнению, составляет лишь единственная студия по производству анимационных 3D фильмов «Dream Works», а картины этой студии «Шрек навсегда» и «Как приручить дракона» могут считаться эталоном современной стереоскопии в кино, в анимации в частности. Приятной неожиданностью с точки зрения грамотного использования пластики стереокино для меня стал и 3D фильм российского производства «Самый лучший фильм 3-ДЭ» (кинооператор Улугбек Хамраев, консультант по стереографии Александр Мелкумов). Однако, несмотря на почти безупречную стереоскопию, содержание фильма оставляет желать лучшего...

Кстати, среди фильмов американского и западного производства, снятых в реальном стерео и на реальной натуре, я не могу назвать ни одного, где бы стереоскопия хотя бы приблизилась к уровню грамотности блестяще реализованной стереосъёмки «Самого лучшего фильма».

Но я не призываю вновь превратить стереокино в весёлый аттракцион, однако сейчас американские производители бросились в другую крайность.

Ясно, что чрезмерное увлечение как выводом предметов в зальное пространство, так и их полное отсутствие, неизбежно ведёт к резкому снижению у зрителя интереса к стереокино. Таким образом, режиссёру, кинооператору, снимающему стереофильм, важно соблюсти баланс всех пластических возможностей объёмного кино, творчески применив их сообразно сюжету, драматургии и сценария фильма.

Экран в стереокинотеатре только условно можно сравнить с окном, в раме которого (на плоскости экрана и вблизи неё) располагают сюжетно важные предметы или персонажи, на которые зритель должен обратить внимание в первую очередь. В этом случае главное – правильно выбрать значения дистанции рамы, чтобы расположить эти объекты в точности с задачей.

За этой условной рамой – в глубине экрана располагается основное действие картины, а в зал проникают предметы, которые могут там оказаться вследствие сюжетного действия, режиссёрского замысла, естественной эстетики восприятия объёмного изображения.

Отдельная, весьма болезненная тема в современном стереокино – это крупный план человека. Известно, что для наилучшего зрительного восприятия, с точки зрения естественности и комфорта, в стереокино предпочтителен масштаб, панорамность снимаемых сцен, перспективность, классическая изобразительная композиция.

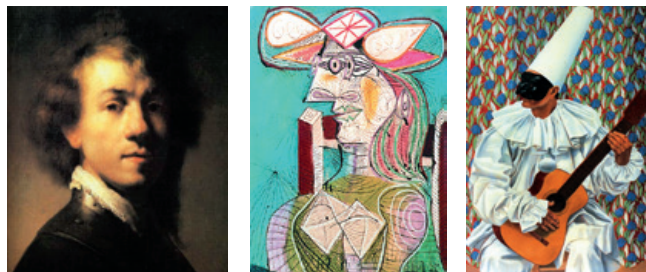
Но сегодня мы видим, что стереофильмы преимущественно снимают с использованием тех же пластических средств, что и в традиционном кино: увод в нефокус заднего плана, перевод фокуса с одного персонажа на другой внутри кадра, построение кадра крупного и среднего (а иногда и общего) планов людей в виде усечённых композиций, когда срезается голова персонажа, слиш-

ком короткие планы, тотальное отсутствие пространства в кадре и общих планов. Эстетика примитивизма, навязываемая зрителю в последнее десятилетие в традиционном кино, переключалась и в стерео.

Для чего это делается – непонятно. Но есть ощущение, что в мировом кино наблюдается резкий дефицит на профессию кинооператор. Ведь по опыту прошлых лет в стереокино давно было известно, что съёмку крупного плана лучше реже осуществлять длиннофокусной оптикой, так как при этом объект изолируется в пространственной композиции, что делает стереокартину плоской в восприятии, резко снижает её глубину. При этом при съёмке стереофильма кинооператорами игнорируются как монокулярные факторы стереоскопии, так и бинокулярные.

Кстати, этим часто грешит и Голливуд, и Российский кинематограф. Печально, но надо признать тот факт, что кинооператоров перестали качественно обучать своему ремеслу. А ведь всё, что требуется от кинооператора в стереокино, – вспомнить основы классической композиции в кадре, плюс знание несложных азов стереоскопии и особенности пластики стереокино.

Вообще, меня крайне заинтересовал вопрос, откуда у кинооператоров пошла мода на такую экранную «эстетику», когда «режутся» головы при компоновке крупных планов лиц. Если пересмотреть работы мастеров изобразительного искусства прошлого, начиная от итальянского ренессанса и до абстракционистов и модернистов, ни у кого из них, подчёркиваю, ни у кого из мастеров своей эпохи и классиков конкретного направления не встречается подобная композиция! Более того, картины при-



Картины великих мастеров изобразительного искусства

знанных мастеров эпохи возрождения, классицизма и вплоть до середины 20 века – это просто школа стереографии при построении композиции!

Кинооператор в стереокино таким же образом, как художник на полотне картины, должен тщательно выстраивать композиционное решение в каждом из планов мизансцены, следить, чтобы к краям кадра ничего постороннего, что мешает восприятию, не «прилипало».

Проанализировав изобразительную эстетику многих кинокартин прошлого, я пришёл к выводу, что в кинематограф приём «обрезанных» голов стал приходиться с появлением массового телевидения в конце 50-х годов прошлого столетия в Америке. Телевизионный экран – это стилистика крупных и средних планов, а общие и панорамные планы, ввиду малой площади телеэкрана, просто не читались. Кроме того, телевидение ещё называют «форточкой» в мир, а кинематограф, особенно широкоформатный – распахнутым окном!

Благодаря внедрению в прошлом в массовый кинопоказ широкого формата – фильма, снятого на негативе 65 мм с шестиканальным стереозвуком (вместо стандартного фильма на плёнке 35 мм с монозвучком), в 60-е годы кинематографу удалось отвоевать у телевидения своего зрителя и снова вернуть его в кинозал. Этого удалось достичь ещё и небывалой по тем временам (да и по нынешним тоже) зрелищностью нового формата кино, масштабом снимаемых сцен, невероятным (даже по сегодняшним меркам) качеством изображения и звука.

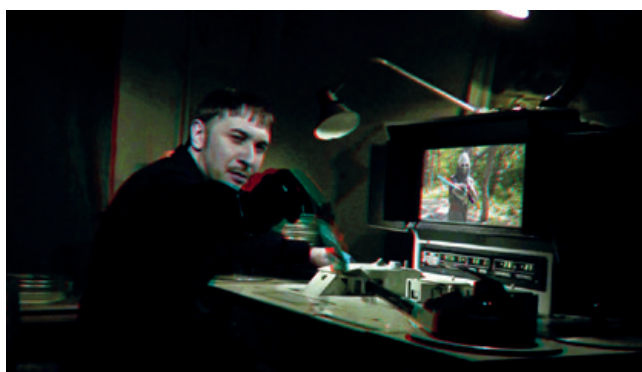
Нижеприведённые кадры из различных кинофильмов хочется смотреть вновь и вновь! Глаз как бы отдыхает, а

зритель, рассматривая эти композиции, получает эстетическое удовольствие...

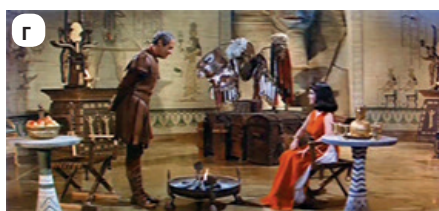
Однако позже широкий формат с итоговым позитивом на 70 мм киноплёнке решили заменить на более экономичный широкий экран – анаморфированный кадр на плёнке 35 мм. А после стали массово применять и вовсе кашетированный кадр, где просто механически срезалась высота у площади обычного кадра.

Изменилось соотношение сторон кадра, а с ним и резко упало качество изображения, кинооператорам пришлось отказываться от панорамных планов вследствие исчезновения чёткости деталей при большом проекционном увеличении. Необходимо было вырабатывать у кинооператоров, режиссёров, художников, мастеров света и декораторов новое видение, новую изобразительную эстетику. Но пошли по простому пути – укрупнения объектов в кадре и портретов людей, от лиц которых оставались срезанный лоб, глаза и нос. И вот теперь эта эстетика переключалась и в современное цифровое или плёночное кино и начинает довлеть, навязывая «вкус» и вновь пришедшему на экраны стереокино.

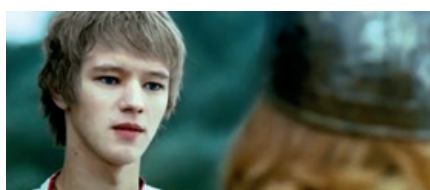
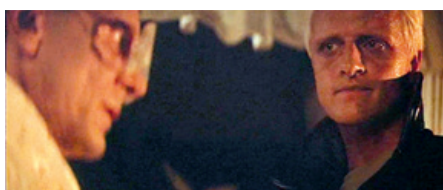
И только считанные единицы кинооператоров понимали, для чего иногда требуется такая усечённая композиция: где её применить, для чего и как грамотно построить. Ведь известно, что этим приёмом как бы искусственно создают эффект глубины в плоском кино, но без применения самой стереоскопии, используя эффект отжимающего действия экрана. В стереокино, где используются бинокулярные факторы зрительного восприятия наряду с монокулярными, такой приём теряет вся-



Примеры «классической» композиции в стереокино (смотреть в анаглифных очках)



Примеры классических композиций в кино: а), б), г) - кадры из широкоформатного кинофильма «Клеопатра»: б) классическая композиция крупного плана, г) классическая композиция общего плана; в) кадр из широкоформатного кинофильма «Терминатор-3»



Примеры «резаной» рамками композиции кадра

кий здоровый смысл — как в творческом, так и в техническом плане. Но довольно часто мы видим, что на практике в современном стереокино игнорируются азбучные истины стереоскопии. И в результате бездумная, неумелая эксплуатация приёма усечённой композиции крупного плана человека приводит к отрицательному результату и воспринимается как бездарно выстроенный кадр, творческий и технический брак стереоскопии.

Таким образом, снимая стереофильм, не стоит увлекаться детализацией и крупными планами предметов и людей, сведя такие планы к минимуму, а если их использовать, то только как внутрикадровый приём укрупнения от общего или среднего плана через движение камеры или самих объектов. Стереозэффект от этого только выиграет в своей зрелищности.

Но сегодня мы видим, что кинооператоры слишком часто стали эксплуатировать эстетику примитивизма, забыв о классических канонах композиции, об изобразительной эстетике кадра, выпячивая порой детали портрета лица в стиле «глаз или нос на весь экран». В результате сегодня на киноэкране трудно встретить композицию кадра, где у человека не срезана голова на крупном плане. Это вызывает подсознательное и сознательное раздражение, когда

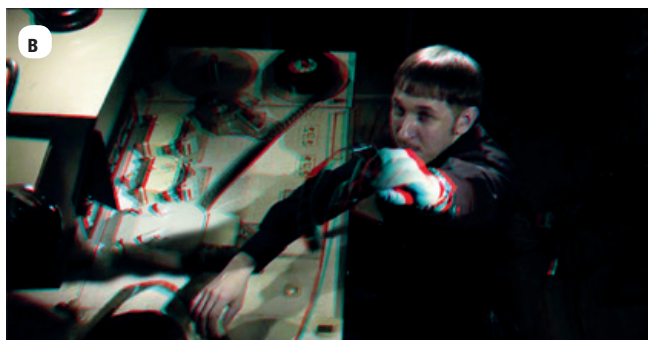
нет того самого «воздуха» в изобразительном ряде. Напрочь исчезла работа художника в кино, её не видно. На смену им пришли «мастера» комиксов, по раскадровкам которых с точностью, достойной иного применения, кадр в кадр строится современный голливудский фильм.

Выходит, что в кино пришло уже два поколения кинооператоров, взращённых на телевизионной изобразительной эстетике. То, как искажённо преподносит действительность телевизор, который смотрели с пелёнок эти будущие кинооператоры, потом перенесли на киноэкран, придя в профессию. И учёба тут не поможет: то, что было как матрица зашито в голову в детстве, исправить невероятно трудно, как и научиться снимать кино, если вообще это возможно. Кинематографическое и эстетическое «видение» кадра будущему кинооператору либо даётся от рождения, либо его нет, и само по себе оно не появится никогда. Учёба может только развить этот дар, довести до совершенства.

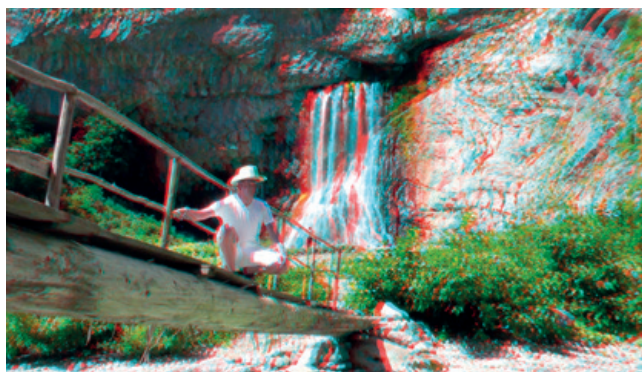
Стилистика примитивизма, чрезмерно эксплуатируемая кинооператорами в традиционном кинематографическом (съемка с рук под «любительское» кино, небрежное движение камеры, плохо продуманные мизансцены и их внутрикадровая пластика и т.д.), как и эстетика «срезанных голов», для стереокино категорически неприемлемы!

Стереокино, хоть и условность, но принципиально другого характера, нежели условность традиционного кино. И если у нас есть технологии, дающие нам в итоге объёмное восприятие, так зачем же зажимать в «тиски» людей нелепой композицией? Или всё-таки нынешнему поколению кинооператоров, снимающих традиционные и стереофильмы, не хватает элементарных знаний основ ремесла, не говоря уже о чём-то ином...

Тренировать своё операторское «видение», воспитывать в себе нужную изобразительную эстетику можно и нужно, обращаясь к полотнам великих художников прошлого. Остановлюсь лишь на русской изобразительной классике: Перов, Суриков, Васнецов, Полenov, Айвазовский, Репин... Картины этих и других признанных мастеров — школа классической стереографии, источник вдохновения и кладёз опыта. Нужно чаще их смотреть, изучать, «оживлять» в своём сознании, как бы делая из статики свой стереокинофильм.



Примеры построения плана в стереокино: а) – крупный план; б) – средний; в) – средне-общий; г) – средне-крупный



Примеры построения композиции стереокадра на среднем и общем планах

Повторюсь, что в стереокино предпочтительнее использовать общие и средние планы, внутрикадровый монтаж, особенно те его приёмы, где камера имеет горизонтальное и вертикальное движение.

Несколько слов о глубине резкости в стереокино. В традиционном 2D кино кинооператор, ограничивая глубину резко изображаемого пространства путём увеличения апертуры объектива (открытие диафрагмы на максимальное значение) или увеличения фокусного расстояния объектива, добивается того, чтобы предметы или человек в кадре не сливались с таким же резким фоном.

Однако, как уже отмечалось, в стереокино, помимо монокулярных факторов, есть и бинокулярные факторы восприятия. Следовательно, предметы и человек в стереокино будут отделены от фона и без ограничения глубины резкости снимаемого пространства. Таким образом, в стереокино отпадает необходимость сокращать глубину рез-

кости и уводить что-то постоянно в нефокус в попытке подчеркнуть глубину пространства. Этим приёмом в стереокино следует пользоваться крайне редко и с большой осторожностью, если на то есть оправданный ход.

В реальной жизни мы видим нужные нам объекты в резкости. Эту способность человека в стереокино важно тоже сохранить, необходимо давать больше возможности зрителю самому рассматривать (зрительно «сканировать») все слои в пространственной композиции кадра, чтобы он смог направить свой взор туда, куда он пожелает, и увидеть в результате желаемый объект в резкости. Если мы, снимая стереокино, будем всё же что-то уводить в нерезкость, то только для того, чтобы принудительно заставить зрителя смотреть именно в ту точку резко изображаемого пространства, которую нам надо. Но чрезмерная эксплуатация этого приёма, такое насильственное «притаскивание» зрителя к нужному предмету в пространстве снимае-



Стоп-кадр внутрикадрового движения

мой сцены – против его воли, чревато внутренним подсознательным протестом и эффектом психологического отторжения зрителя от такого кадра.

Есть другой приём, как акцентировать внимание зрителя на сюжетно важных объектах и персонажах в стереокино, а заодно и снизить утомляемость восприятия объектов отрицательного и положительного параллакса – нужно размещать сюжетно важные объекты или людей вблизи плоскости рампы или непосредственно на плоскости рампы с нулевым, или близким к этому значению, параллаксом.

Хотелось бы сказать и об очень распространённом в современном кинематографе операторском браке – слишком быстрое панорамирование камерой. На экране это приводит к очень неприятному для восприятия эффекту стробления – распаду цельной картинки на отдельные фотографические подёргивающиеся фазы.

Наш зрительный аппарат имеет инерционность восприятия. Именно благодаря этому существует кинематограф. Критическая частота мельканий для восприятия отдельных фаз изображения как единого целого – 48 к/с, она обеспечивается при проекции фильма. Но частота съёмки остаётся по-прежнему 24 к/с. Следовательно, кинооператору надо помнить: чтобы избежать на экране смазанной картины, дробления изображения на фазы, панорамирование при съёмке следует вести очень медленно. И чем больше величина фокусного расстояния съёмочного объектива, тем медленнее должна быть панорама. Довольно быструю панораму можно реализовать лишь при применении широкоугольной оптики или широкоугольных конверторов. Но при этом объекты в кадре должны как можно дальше отстоять от камеры – это, к примеру, пейзажи, съёмки в горах...

Когда-то в 70-е годы шла речь о КВК – Кинематографе высокого качества. Предлагалось поднять частоту съёмки фильмов с 24 к/с либо до 48 к/с, либо до 60 к/с. При этом решается вопрос ограничения скорости панорамирования при кино- и видеосъёмке, а также расширяется возможность съёмки динамичных сцен с быстро движущимися объектами в кадре.

Если в традиционном кино научить или приучить зрителя к определённым новациям в изобразительной эстетике



Общий план внутрикадрового движения

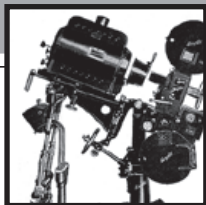
ещё как-то возможно, то в стереокино заставить воспринимать содержание материала, снятого нетрадиционными приёмами, не соблюдая описанные выше и другие механизмы восприятия стереоизображения, – невозможно!

Это не означает, что динамичный монтаж и короткие планы, крупный план в стереокино полностью под запретом. Но чтобы грамотно научиться их применять, потребуется пройти определённый путь и получить практические навыки по пониманию взаимодействия всех факторов, способных дать вам нужный результат.

Монтаж будущего стереофильма создаётся преимущественно при съёмке. Здесь, как нигде, нужна слаженная, спаянная взаимосвязь, даже духовное и творческое братство людей, снимающих стереокино – от сценариста до всех, кто находится на съёмочной площадке. Все они обязаны понимать конечную цель, механизмы её достижения через пластику стереокино. И если предполагается динамика, то съёмка таких сцен будет принципиально отличаться от съёмки всего остального материала.

Вы должны заранее знать, как будет монтироваться данная сцена, чтобы грамотно и творчески её снять. Если в традиционном кино разного рода промахи на съёмочной площадке можно частично или полностью устранить при монтаже или привнести динамику в те эпизоды, где её и в помине не было, то в стереокино ничего исправить после съёмки и, уж тем более, придать иной ритм кадру, просто невозможно!

В заключение не могу не сказать ещё об одном опасном пути, который выбрали некоторые российские продюсеры и кинокомпании – программная конвертация отснятых традиционным путём картин в стереоформат. Я считаю, что такие картины как «Тёмный мир» и «Большое путешествие вглубь океана. Возвращение», которые были наспех по-дилетантски конвертированы в стереоформат из монокурса со всеми мыслимыми и немыслимыми нарушениями законов восприятия стереоизображения, – это прямой обман зрителя, мошенничество в сфере коммерческого кинематографа. Кинематографическое сообщество должно запретить для себя метод конвертации уже снятых обычных фильмов в 3D формат. Ибо репутацию стереокино подорвать легко, восстановить потом будет невозможно. ■



ПОСТРОЕНИЕ И ВОСПРИЯТИЕ РЕАЛЬНОСТИ В ФИЛЬМАХ с компьютерными спецэффектами

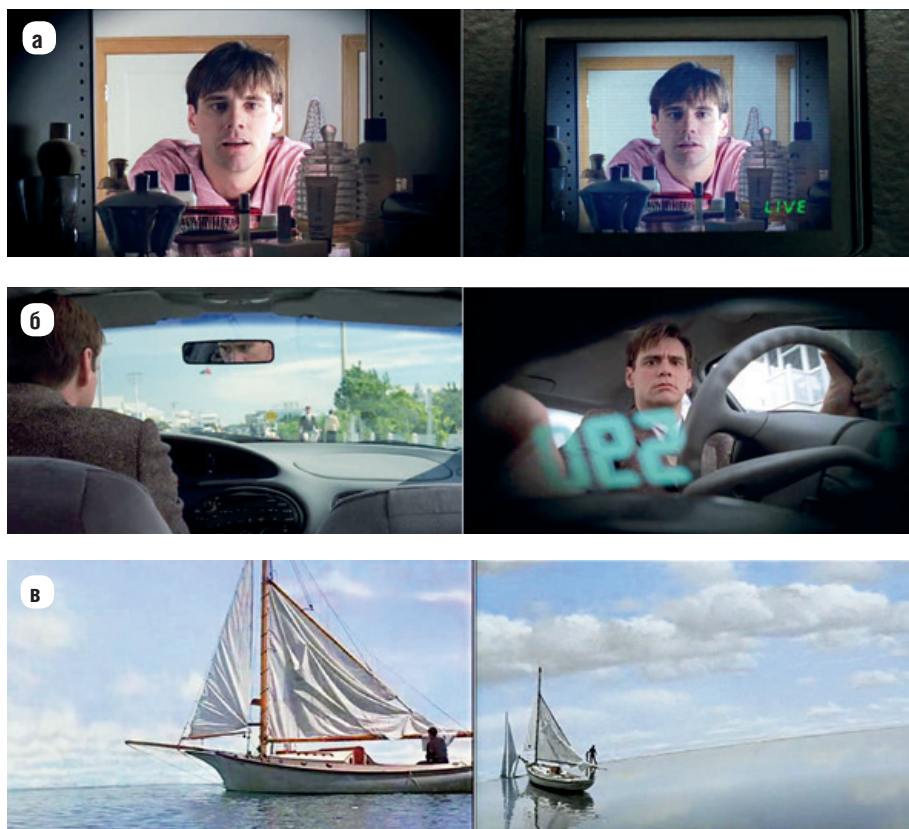
А. Седловский,
аспирант филиала
СПбГУП, г. Алма-Ата



■ В латинском языке существуют три значения слова «реальность»: «Realitas», «Subsistencia» и «Spatium». Причём последнее значение можно перевести и как «пространство». «Реальность» и «пространство» в античном мире и в античных пространственных искусствах (театр, цирк) существовали как одно целое: гладиаторы умирали на арене, и это было не только частью представления, но и частью объективной реальности. В XXI веке зритель, воспринимающий произведение пространственного искусства (театр, цирк, фильм), чётко разделяет два мира – мир «реальной» (лат. *realis* – действительный, существующий) реальности и мир «искусственной» (лат. *artis* – искусственный) реальности. В данном случае мы применяем понятие «искусственная реальность» по отношению к целому художественному пространству современного фильма. Например, в фильме «Шоу Трумэна» показана искусственно созданная реальность целого города. Но искусственной эта реальность была только для людей, которые смотрели это шоу, а для главного героя это была его реальная жизнь и реальное пространство, где он должен действовать. То есть воспринимаемая нами реальность имеет ещё и субъективный характер, и вос-

приятие реального или искусственного пространства во многом зависит от того, с какой стороны, с какой точки зрения мы на него смотрим.

Кинематограф по определению является синтезом различных элементов, взятых из различных видов ис-



Кадры из фильма «Шоу Трумэна»: а) Трумэн смотрит в зеркало в реальности для него (слева) и тот же кадр, но уже в телевизионной трансляции (справа); б) Трумэн в машине в реальности для него (слева) и кадр, снятый сквозь приборную панель машины через подматривающую камеру (справа); в) реальная действительность (слева) и искусственно созданная реальность (справа)



Кадры их фильма «Зачарованная»: мультипликационный (вымышленный) – слева; отражённый (человеческий) – справа

кусств, таких, как музыка, театр, литература, живопись, фотография. Благодаря этому синтезу элементов в процессе создания фильма рождается новый, отличный от других, язык кинематографа, что и послужило выделению кино в отдельный, независимый вид искусства. Причём, несмотря на то, что кино снимается либо на киноплёнку, либо на цифровой носитель – оно всё равно относится к пространственным видам искусств, так как в основе кинематографического изображения лежит отражение объективно существующей реальности. За годы своего существования кинематограф не только вошёл в себя различные элементы синтеза, но и повлиял на развитие других видов искусств. Эти изменения коснулись не только сценических искусств, но даже и живописи. Появилось новое направление, которое получило название Contemporary art или «актуальное искусство», и в основе некоторых направлений лежит именно принцип синтеза так же, как и в кинематографе. По своей сути «актуальное искусство» относится более к живописи, но если мы проследим историю его развития, то увидим, что основной тенденцией здесь является освоение «пространства».

Contemporary art, или «актуальное искусство», в нынешнем своём виде сформировалось на рубеже 1960-70-х годов. Художественные искания того времени можно охарактеризовать как поиск альтернатив модернизму (зачастую это выливалось в отрицание через введение прямо противоположных модернизму принципов). Это выразилось в поиске новых образов, новых средств и материалов выражения, вплоть до дематериализации объекта. Можно сказать, что произошёл сдвиг от объекта к процессу [1].

Для нашей темы исследования наиболее интересным и наглядным примером является появление таких течений и направлений в современном искусстве, как Перформанс (Performance Art), Хэппенинг (Happenings), Ком-

пьютерное искусство (Computer Art), Видео-арт (Video Art), Фотореализм (Photorealism), Граффити (Graffiti Art), Демосцена (Demoscene), Видеоигровое искусство (Video-game Art), Вэб искусство (Internet Art), Искусство взаимоотношений (Relational Art) и Стрит-арт (Street Art) [2].

Из вышеперечисленного списка видно, что на арт-процесс, начиная с 1980-х гг., большое влияние оказало развитие технологий – видео, аудио, компьютеров, интернета – это существенно расширило палитру средств, используемых художниками. Но основным в этом процессе освоения новых технологий является изменение условий восприятия искусства как такового, а также проявление в той или иной степени влияния не только искусства на зрителя, но и влияния зрителя на предмет искусства при непосредственном контакте. Именно этот аспект восприятия и интересует нас в вопросе об изменении зрительского отношения к фильмам с применёнными компьютерными спецэффектами.

Стремясь отождествить мир экрана со знакомым нам пространством реального мира (ведь первый является для нас моделью второго, и вне этого предназначения утратил бы всякий смысл), мы истолковываем происходящее на экране как отражённую реальность. Ведь кино в наибольшей мере обращается к чувству реальности у зрительской аудитории и для того, чтобы превратить достоверность кинематографа в средство познания, кинематограф проделал длительный и нелёгкий путь. В мире отражённой реальности взаимоотношения между двумя пространствами находятся всё-таки в состоянии иерархической субординации, где реальность физического мира подчиняет себе реальность мира вымышленного. Например, в фильме «Зачарованная» пространство строится из двух миров (пространств) – отражённого (человеческого) и мультипликационного (вымышленного).

Со стороны отражённого мира, вымышленным миром является мультипликационный, а если посмотреть со

стороны главной героини, то для неё наш (отражённый) мир является вымыслом.

В результате развития цифровых технологий появилось понятие «виртуальной» (лат. *Virtus* – потенциальный, возможный) реальности и связанных с ней феноменов. В современных экранных продуктах предельным образом пространством является художественная реальность экрана. Чем больше эти технологии развиваются, тем скорее исчезает разница между реальным и художественным пространством. Это подтверждается тем общественным резонансом, который имеют некоторые современные фильмы на сознание массового зрителя. В книге Джейка Хорсли «Воин Матрицы» [3], которая вышла вскоре после выхода фильма, можно прочесть следующее высказывание: «Вероятность того, что всё рассказанное в фильме – абсолютная правда (пусть даже в замаскированном и искажённом виде), оказалась для многих молодых людей слишком дразнящей, слишком приятной, слишком бунтарской и радикальной, чтобы ей противостоять. Они восприняли фильм целиком и, соответственно, приспособили к нему своё мировоззрение». И действительно, фильм братьев Вачовски «Матрица» оказал огромное влияние как на изменение мировоззрения зрителя, так и на средства построения экранного пространства и сюжета фильмов, которые наполнили мировой прокат.

Традиционно пространство кадра создаётся с помощью плана, ракурса, света и тени, цвета, а также ограничений и проксемики. Тогда как пространство фильма целиком уже базируется на принципе монтажа, то есть объединённого пространственно-временного континуума. Таким образом, в кинематографе мы имеем противопоставление связи предметов, возникающей на основании их визуального, изобразительного сходства – в одном случае, и связи предметов, возникающей на основании их понятийной общности, выражаемой главным образом вербально, – в другом. Иначе говоря, в основе построения цельной модели фильма участвуют как бы два основных пласта: первый пласт – это пласт литературной или сюжетной основы, а второй пласт – это визуализация и материализация данного сюжета в пространстве и времени экрана.

В современных фильмах, таких как «Матрица», в построении пространственной модели фильма участвуют уже не только визуальные эффекты, но и сам сюжет, который как будто бы старается повлиять на «реальную» реальность зрительского мира, а не просто дополнить её.

Понятие «образ мира» и, как возможные синонимы: «реальность», «действительность», их производные эпитеты «реальный», «действительный» и, конечно, понятие «реализм» как символ адекватного постижения и отображения в произведении искусства модели окружающей среды, возникают в середине XIX века [4]. Но с тех пор именно «близость реальности», «отображение действительности» становятся критериями в оценке художественного аналога образа мира. В смысловой

сути этих понятий содержится указание на «действительную», то есть активную, динамическую картину мира, а также на её адекватность, то есть «реальность», по отношению к чувственному опыту человека. Прежнее существование слова «реальный» в категории свойства, прилагательного, но не самостоятельного понятия («всё, что нас окружает»), сохраняется и в современной лексике. Однако понятие «действительность», утвердившееся как очевидная истина в период, именуемый «новой историей», оказывается для человека последующего века всё ещё безусловным. Может быть, поэтому категории реализма как основные критерии художественного постижения реальности остаются столь значимы практически для всего XX века. Однако в XXI веке им на смену приходит другая, изменённая модель мира, деформированная новой ступенью развития человечества и техногенными трансформациями отношения человека с реальностью.

Если вкратце рассмотреть историю применения спецэффектов и комбинированных съёмок в кинематографе на протяжении всех лет его существования, то окажется, что спецэффекты служили для создания некоего «необычного», «нереального», абсолютно вымышленного мира, который визуально должен был бы контрастировать с миром «привычным» и «реальным». Но важно подчеркнуть, что в современном кинематографе существует тенденция к предельной натуралистичности фантастических миров, создаваемых с помощью компьютерных технологий.

Режиссёр фильма «ТРОН: Наследие» Джозеф Косински очень точно сформулировал свой подход к задачам создания фильма: «Я хочу, чтобы всё выглядело настоящим. Чтобы казалось, будто мы перенеслись в мир ТРО-На с обычными камерами. Поэтому я хотел, чтобы как можно больше декораций были построены на площадке из настоящих материалов: стекла, бетона, стали; чтобы всё это можно было потрогать руками. У нас трудились архитекторы, дизайнеры автомобилей; многие из них никогда не работали в кино».

И эта тенденция стала уже не новшеством для художника, а благодаря современному оборудованию – должествующим фактом и условием коммерческой популярности фильма. Ведь объёмы продаж и популярность фильма уже находятся в непосредственной зависимости от «реальности» специального эффекта. Это говорит о том, что у современного зрителя уже полностью изменились ожидания относительно применяемых комбинированных и полностью искусственных – оформлений экранного продукта. Современный зритель ждёт не того, чтобы его удивили с помощью необычности мира, который воспроизводится на экране, но напротив, он ожидает увидеть и перенестись в «предельную реальность фантастического мира». Зритель ожидает и полностью готов к восприятию созданного техническими средствами мира, который передаётся человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние и другие. А именно это и является определением «виртуальной реальности», ко-

торая имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие.

Единственным аспектом, почему художественная реальность фильмов с применением современных компьютерных спецэффектов не может быть окончательно названа «виртуальной», является тот аспект виртуальной реальности, когда для создания убедительного комплекса ощущений компьютерный синтез свойств и реакций виртуальной реальности производится в реальном времени. Ведь в кинематографе всегда существует понятие монтажа – или оптического скачка перемещения во времени и пространстве. И, несмотря на то, что монтаж сам по себе является пространственно-временным континуумом, всё же наиболее значимая из его функций – это ограничение одного пространства кадра от

другого. Именно поэтому, несмотря на то, что в кинематографе используются модели кибернетического пространства, художественную реальность фильма нельзя назвать «виртуальной», так как в реальном времени она может быть воспроизведена только как отражённая реальность.

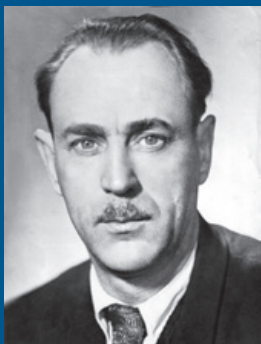
И если в античном мире, о котором мы вспомнили в начале статьи, акт искусства происходил в реальности и пространстве зрителя, то целью современных экранных искусств является «абсолютное» перемещение зрителя в реальность художественного вымысла или, иными словами, – в реальность экрана, а основным средством достижения этих целей является гиперреалистическое воспроизведение иллюзорных миров с помощью современных компьютерных технологий. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Тейлор Б. Актуальное искусство. М.: Слово/Slovo, 2005.
2. Мировое искусство. Направления и течения от импрессионизма до наших дней. М.: СЗКЭО Кристалл, 2006.
3. Хорсли Д. Воин Матрицы, 2004.
4. Макушинский А. Современный «образ мира»: действительность. Вопросы философии, № 6, с. 121,

5-ГО СЕНТЯБРЯ 2011 ГОДА

ИСПОЛНИЛОСЬ БЫ 100 ЛЕТ АНДРЕЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ БОЛТЯНСКОМУ, СОВЕТСКОМУ УЧЁНОМУ, СПЕЦИАЛИСТУ В ОБЛАСТИ СТЕРЕОКИНОТЕХНИКИ И КОМБИНИРОВАННЫХ СЪЁМОК, КИНООПЕРАТОРУ, ЗАСЛУЖЕННОМУ РАБОТНИКУ КУЛЬТУРЫ РСФСР, КАНДИДАТУ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК.



После окончания Государственного института кинематографии (ГИКа) в 1934 г. он был принят на киностудию «Мосфильм», где участвовал в разработке новых методов комбинированных съёмок. Результаты этих работ он реализовал, участвуя в создании фильмов «Волга-Волга» (1938) и «Светлый путь» (1940) в качестве оператора комбинированных съёмок.

Работая в НИКФИ с 1948 г., Андрей Григорьевич участвовал в создании растровых стереозкранов больших размеров, являлся автором экспериментальных и внедрённых в кинопроизводство систем стереокинематографа. В 1951 г. вместе с Н.Д. Бернштейном предложил новую оригинальную систему съёмки и проекции стереофильмов с двойным (восьмиперфорационным) шагом продёргивания плёнки и размещением кадров стереопары друг над другом. В 1952 г. вместе с оператором Д.В. Суренским Андрей Григорьевич снял экспериментальный стереофильм «В аллеях парка». Затем, как оператор-постановщик, он в 1954 г. снимает «Алеко» и в 1956 г. «Белый

пудель». Эта система применялась для производства стереофильмов до 1963 г.

В 1957 г. он предложил и разработал систему дезанаморфирования широкоэкранных фильмов, позволявшую получать высококачественную версию фильма с обычным соотношением сторон для демонстрирования по телевидению. Предложенный метод применялся на киностудии «Мосфильм» и других киностудиях СССР.

В 1958 г. он успешно защищает диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук.

В 1963 г. вместе с Н.А. Овсянниковой А.Г. Болтянский предложил систему «Стерео-70». Он внёс основной вклад в работы по созданию и внедрению технических средств съёмки, производства и демонстрирования стереофильмов по этой системе. В 1966 г. по системе «Стерео-70» был снят первый полнометражный фильм «Нет и да». Всего по системе «Стерео-70» было снято 34 фильма, с успехом демонстрировавшихся в более чем ста городах Советского Союза, а также в Польше, Финляндии, Франции, Израиле, ГДР, Болгарии, Румынии, Иране, КНР, Вьетнаме и Ливане.

Теоретические основы, заложенные А.Г. Болтянским и реализованные в системе «Стерео-70», оказались востребованными в современном производстве стереофильмов, первым подтверждением чему явилось производство отечественного фильма «Самый лучший фильм 3-ДЭ» (2010 г.), съёмки которого велись оптикой «Стерео-70» в цифровом формате.



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ КИНЕМАТОГРАФА



А.А. Тимофеев,
аспирант ГУУ

■ С возникновением кинематографа промышленники развитых капиталистических стран — Франции, Германии, США, Англии, Италии, увидев в кино надёжный источник прибылей и мощное средство идеологического воздействия на массы трудящихся, активно взялись за развитие кинопромышленности. В России крупные капиталисты не проявляли интереса к кинематографу, и его экономическое развитие находилось в полной зависимости от иностранного капитала. Французские, немецкие, итальянские и другие кинофирмы поставляли в Россию киноплёнку не лучшего качества, оборудование и киноаппаратуру устаревших конструкций. В кинотеатрах демонстрировались преимущественно заграничные кинокартины, которые ввозились беспощинно и составили к 1914 г. около 80% прокатного фильмофонда. Иностранные фирмы не только использовали российский кинорынок для сбыта фильмов, но и почти целиком захватили в свои руки прокат кинокартин.

В 1907–1908 гг. возникают первые русские киностудии и прокатные конторы. В 1907 г. А. Дранков выпускает первую русскую игровую кинокартину — «Понизовая вольница» («Стенька Разин»), а несколько позднее А. Ханжонков, Ф. Тиман, М. Райнгард и др. оборудуют киностудии по производству фильмов. В 1912–1913 гг. в России выпускалось уже 100–130, преимущественно короткометражных фильмов, а всего за период с 1909 по 1917 г. было создано более двух тысяч кинокартин.

Первые свои шаги отечественная кинематография делала в трудных условиях крайней отсталости техники производства и печати фильмов. Усилия талантливых русских учёных и изобретателей, направленные на развитие кинотехники, не получали необходимой поддержки. В России, с её огромной территорией и населением около 160 млн. человек, к концу 1913 г. насчитывалось всего 1510 кинотеатров, которые были сосредоточены преимущественно (на 90%) в городах европейской части страны. В сельской местности действовали лишь 142 киноустановки и, следовательно, подавляющая часть населения России и её национальных окраин не имела никакого представления о кинематографе.

С началом первой мировой войны 1914–1917 гг., нарушившей торговые связи России с рядом европейских стран, резко сократился ввоз в Россию кинокартин, ки-

ноплёнки и киноаппаратуры, что значительно ослабило позиции иностранных фирм в русской кинематографии. Это, в свою очередь, привело к некоторому временному оживлению отечественного кинопроизводства. Предприниматели А. Ханжонков, И. Ермольев и А. Харитонов строят новые киностудии, увеличивается выпуск на экраны русских кинокартин, а иностранные ввозятся в ограниченном количестве. Однако это оживление было недолгим. Дезорганизация и общее расстройство экономики России, вызванные войной, отразились и на состоянии кинематографии.

После смены политического и экономического строя в 1917 году кинопроизводство не было забыто, поскольку оно могло стать важной составляющей пропаганды нового строя и, при правильном подходе, приносить экономическую выгоду.

В 1918 г. в Москве и Петрограде создаются кинокомитеты, а затем Всероссийский фотокиноотдел Наркомпроса РСФСР и аналогичные организации в других национальных республиках, которые, преодолевая огромные трудности, вызванные гражданской войной, интервенцией и хозяйственной разрухой, осуществляют строгий учёт и распределение кинофотоматериалов, киноаппаратуры и оборудования, контроль над прокатом кинофильмов и работой кинотеатров. Налаживается также производство короткометражных фильмов. Эти мероприятия подготовили национализацию кинематографии.

В первые годы восстановления народного хозяйства и новой экономической политики кинематография испытывала серьёзные трудности: не хватало кадров, материальная база была слабой, значительно сократилась киносеть, увеличился приток заграничных картин, занимавших основную часть экранного времени. Многие кинотеатры находились в руках предпринимателей и организаций, которые руководствовались в прокатной политике исключительно коммерческими интересами. Кинематографические организации были разрозненны, им не хватало оборотных средств, а нехватка кадров приводила к серьёзным недостаткам в идеологической и хозяйственной работе.

В связи с этим большое значение приобретает вопрос о подготовке творческих, инженерно-технических и хозяйственных кадров кинематографии. В 1918 г. был организован Ленинградский институт киноинженеров (ЛИКИ)

для подготовки специалистов высшей квалификации для кинематографии – инженеров-звукотехников, электротехников, механиков, химиков-технологов. В 1919 г. создаётся первая Государственная школа киноискусства, преобразованная впоследствии во Всесоюзный государственный институт кинематографии (ВГИК), который стал ведущим высшим учебным заведением по подготовке художественно-творческих и экономических кадров советского кино.

В 1922 г. разрабатывается план организации кинопроизводства в условиях НЭПа. Всероссийский фотокиноотдел преобразуется в хозрасчётное кинофотообъединение Госкино, в ведение которого перешли киностудии, организации кинопроката и часть кинотеатров. Были созданы также кинофотообъединения: Севзапкино, ВУФКУ на Украине, Госкинопром в Грузии, АФКУ в Азербайджане. Возникают акционерные общества «Русь» (впоследствии «Межрабпомфильм»), Пролеткино (на средства профсоюзов) и армейское кинообъединение «Красная звезда».

В 1923 г. Правительство отмечает, что «...поскольку кино пользуется картинами западноевропейского производства, оно фактически превращается в проповедника буржуазного влияния или разложения трудящихся масс. Необходимо развить кинематографическое производство в России, как при помощи специальных ассигнований правительства, так и путём привлечения частного (иностранного и русского) капитала, при условии полного обеспечения идейного руководства и контроля со стороны государства. Ввиду огромного воспитательного агитационного значения кино, необходимо дать кинематографическому делу хозяйственников, могущих поставить дело на основах хозяйственного расчёта, с одной стороны, возможно полного обслуживания трудящихся масс – с другой...». Для улучшения экономического положения кино было признано целесообразным понизить ставки налогов и пошлин.

В 1924 г. кинопредприятия объединяются в акционерные общества. На базе Госкино и Севзапкино была учреждена новая организация для руководства кинематографией – акционерное общество Совкино. В целях накопления средств для расширения производства фильмов Совкино принимает меры к улучшению проката кинофильмов, расширению торговли фототоварами (сначала импортными, а затем и отечественными); постепенно добивается сокращения ввоза иностранных кинокартин и, наконец, организует экспорт советских фильмов за границу. Были введены льготные тарифы проката кинофильмов для клубов и сельских кинопередвижек, снижены местные налоги с валового сбора киноустановок и т.д., что способствовало росту посещаемости кино населением страны.

В 20-е годы вступает в строй ряд новых киностудий: Тбилисская (1921), Ялтинская (1923), Одесская и «Межрабпомфильм» (1923), Ереванская (1924), Ташкентская (1925), Белорусская, Бакинская, Ашхабадская (1927). В это же время создаются первые специализированные студии по производству хроникально-документальных

и научно-популярных фильмов. В 1925 г. начинает работать Минская киностудия хроникальных фильмов, а в 1927 г. – Новосибирская киностудия научно-популярных фильмов. С 1923 по 1927 г. производство полнометражных художественных кинокартин увеличивается с 17 до 89, а всего за пятилетие было выпущено 273 фильма.

Этот период ознаменовался крупными достижениями советской художественной кинематографии. В 1925 г. С. Эйзенштейн создаёт выдающееся произведение «Броненосец «Потёмкин» (оператор Э. Тиссэ), которое оказало огромное влияние на дальнейшее развитие советского и мирового киноискусства. Большими успехами было отмечено и развитие документального кино. Д. Вертов создаёт новый жанр документальной кинопублицистики и основывает экранный журнал «Киноправда».

В городах и рабочих посёлках промышленных центров строятся кинотеатры и клубы, оборудованные киноустановками, расширяется сельская киносеть. За пять лет (1923–1927) количество киноустановок в стране увеличилось с 868 до 7331 (т.е. в 8,5 раза), в том числе на селе – со 177 до 2389 (в 13,5 раза). В этой связи резко возрастает потребность в кинопроекторной аппаратуре.

В 1923 г. Ленинградский трест оптико-механической промышленности создаёт оригинальную конструкцию кинопередвижки ГОЗ, которая с конца 1924 г. начинает поступать на вооружение киносети. В 1925 г. Одесские киноремонтные мастерские начинают выпускать стационарные кинопроекторы типа «Пате», а позднее – аппараты «Украинец». Однако потребности растущей кинематографии не удовлетворялись в полной мере. Из-за границы приходилось ввозить киноплёнку, импорт которой с каждым годом возрастал (с 11,6 млн. м. в 1925–1926 гг. до 25,1 млн.м. в 1928–1929 гг.), киноаппаратуру, а также кинофильмы. Первоочередной задачей стало создание отечественной кинопромышленности, организация научно-исследовательских работ в области кинотехники и освобождение кинематографии от иностранной зависимости.

В конце 1929 г. был организован Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут (НИКФИ), который начал проводить комплексные исследования в различных областях кинотехники, производства кинофотоматериалов и химико-фотографических процессов.

Одновременно с этим быстро растёт киносеть, в особенности сельская. Достаточно сказать, что число киноустановок на селе увеличилось с 2,4 тыс. в 1927 г. до 17,6 тыс. к концу 1932 г., а количество зрителей кино – с 250 млн. до 637 млн. в год.

В этот период начинается новый этап в развитии российской кинематографии – переход к звуковому кино. Трудная задача создания техники звуковой кинематографии, над которой советские учёные начали работать ещё в 1926 г., была решена в нашей стране самостоятельно, усилиями учёных-изобретателей П.Г. Тагера и А.Ф. Шорина и руководимых ими коллективов инженерно-технических работников НИКФИ.

Переход кинематографа к звуку представлял собой сложную комплексную проблему – техническую, экономическую и организационную. Её решение было связано с реконструкцией и техническим оснащением киностудий, перевооружением киносети, требовавшими больших капитальных вложений, организацией производства новой, сложной и дорогой аппаратуры для записи, перезаписи и воспроизведения звука. И, наконец, необходимо было обеспечить подготовку и переподготовку творческих и инженерно-технических работников кинематографии, способных не только управлять этой техникой, но и решать новые художественно-творческие задачи.

В 1930 г. в Москве оборудуется первая в СССР киностудия для производства звуковых фильмов «Рот-фронт»/«Межрабпомфильм», и уже в 1931 г. режиссёр Н. Экк создаёт первый звуковой полнометражный художественный кинофильм «Путёвка в жизнь». В 1930 г. в Москве и Ленинграде открываются кинотеатры для демонстрации звуковых картин.

Начавшийся быстрыми темпами процесс звукофикации кинематографии в значительной степени ускорил становление отечественной кинопромышленности. В 1931 г. в Ленинграде вступает в строй первый специализированный завод киноаппаратуры «Ленкинап», а в 1932 г. – Одесский и Куйбышевский заводы. В Саратове, Ярославле и Ростове-на-Дону организуются мастерские по производству запасных частей для кинопроекторной аппаратуры.

Киностудии, которые осуществляли до этого времени тиражирование фильмов, не могли уже удовлетворять непрерывно возрастающие потребности киносети в фильмокопиях. В Ленинграде было построено специальное предприятие по производству фильмокопий – кинокопировальная фабрика, которая в конце 1930 г. начала выпускать продукцию. В 1932 г. была введена в эксплуатацию Тбилисская кинокопировальная фабрика, а ещё два года спустя – Московская и Киевская копирфабрики.

Однако кинематографии по-прежнему не хватало плёнки, импорт которой в 1930 г. достиг 46 млн. м. Правительство заключает концессионные договоры сначала с французской фирмой «Симп» (1926 г.) на строительство киноплёночной фабрики в Переславле-Залесском, а затем в 1929 г. – с другой французской фирмой «Люмьер». По техническим материалам последней, в Шостке была оборудована и пущена опытная установка по производству кинофотоматериалов. Однако концессионеры всячески затягивали строительство и оборудование фабрик, не выполняли своих обязательств, в связи с чем договоры с ними были расторгнуты. Строительство фабрик было передано организованному в 1930 г. Фотокинохимическому тресту и успешно завершено силами советских инженеров и рабочих в 1931 г.

Советская киноплёночная промышленность быстро наращивала выпуск продукции и уже в 1933 г. вышла на третье место в мире по объёму производства кинофотоматериалов (после США и Германии). Это позволило в том же году сократить импорт киноплёнки до 1 млн. м.

В годы первой пятилетки вошли в строй ещё три киностудии художественных фильмов: в Киеве (1928), Москве (1931) и Душанбе (1932). В 1931–1932 гг. были созданы всесоюзные тресты – Союзфильм, Союзтехфильм и Союзкинохроника, благодаря чему была организационно закреплена специализация киностудий по производству фильмов – художественных, научно-популярных и хроникально-документальных.

Около 70% капиталовложений в киноотрасль направлялось на строительство и техническое оснащение киносети.

Техническое перевооружение, вызванное переходом к звуковому кино, оказало большое воздействие на развитие всех отраслей кинематографии. Значительно возрос выпуск аппаратуры, оборудования, а также массовых фильмокопий. Объём валовой продукции кинопромышленности увеличился за 1933–1937 гг. в 4,7 раза, а кинемеханической промышленности – почти в восемь раз. Выпуск кинофотоплёнки возрос в пять раз при значительном расширении её ассортимента.

Киностудии, кинокопировальные фабрики и киносеть начали получать, в основном, отечественное оборудование и аппаратуру. Это стало возможным благодаря значительному расширению объёма научно-исследовательских и конструкторских разработок во всех областях кинотехники. Были разработаны и освоены промышленностью киносъёмочные камеры и кинопроекторы, звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура, кинокопировальные аппараты и проявочные машины. Чтобы обеспечить потребности кинематографии, в системе тяжёлой промышленности были созданы новые и расширены существующие производства. Начиная с 1935 года, импорт киноаппаратуры был резко ограничен, а затем и полностью прекращён. Учитывая большие потребности кинематографии в киноплёнке, в 1933 году было начато строительство киноплёночной фабрики в Казани.

В 1934 г. советскими учёными была разработана и внедрена в производство новая – ацетилцеллюлозная – огнебезопасная основа киноплёнки, на которой стали выпускать узкоплёночные (16-мм) фильмокопии. Массовое производство узкоплёночных фильмокопий было налажено на Московской кинокопировальной фабрике, введённой в эксплуатацию в 1934 г. Создание техники узкоплёночной кинематографии, основанной на использовании негорючей 16-мм плёнки, портативной и удобной в эксплуатации кинопроекторной аппаратуры, сыграло в дальнейшем огромную роль в кинофикации сельской местности.

Наиболее сложным и длительным был процесс технического переоснащения киносети, в связи с чем её рост в предвоенные годы значительно замедлился. За восемь лет (1933–1940) общая численность киносети почти не изменилась. Только на селе она выросла более чем на 2 тыс. киноустановок. Число звуковых киноустановок увеличилось с 500 в 1933 г. до 23 тыс. в 1940 г. Городская киносеть за это время практически вся стала звуковой, а в сельской – из 19,5 тыс. киноустановок 14,5 тыс. было звуковых. Это позволило существенно поднять

уровень кинообслуживания населения, благодаря чему в 1940 г. киносеансы посетило около 900 млн. зрителей.

Вместе с тем, к концу 30-х гг., наряду с очевидными успехами кинематографии, стали проявляться крупные недостатки в экономике и организации фильмопроизводства. Методы планирования и финансирования кинокартин сохранились почти без изменений со времени немого кино. Планирование производства осуществлялось по случайным заявкам на сценарии в расчёте на так называемые «условные единицы» (тема без названия сценария), в результате чего киностудии получали государственные средства фактически под несуществующее производство. Киностудии пользовались процентными отчислениями от прокатных поступлений за фильмы, ранее выпущенные ими, что ослабляло заинтересованность в увеличении объёма производства и позволяло длительное время покрывать перерасход средств и убытки, возникавшие в процессе производства. Кинокартины запускались в производство без утверждённых режиссёрских сценариев, без календарных планов и смет, которые разрабатывались уже в процессе постановки фильмов. Это приводило к частым переделкам сценариев, к простоям, к затягиванию сроков производства и перерасходу средств.

Необходимо было изменить подход к финансированию кинопроизводства. Были определены система подготовки литературных сценариев и порядок запуска фильмов в производство, перечень и объём работ подготовительного периода и ряд других мер. Устанавливалась прямая зависимость финансового состояния киностудий от результатов выполнения плана производства. Финансирование стало осуществляться на основе утверждённых смет на кинокартины, финансовых и кредитных планов, а также договоров с кинопрокатом на реализацию фильмов. Киностудии были наделены собственными оборотными средствами, а затраты, превышавшие нормативный остаток незавершённого производства, подлежали кредитованию Госбанком. Была изменена система материального стимулирования труда творческих работников и введено дополнительное вознаграждение за постановку кинокартин (постановочное вознаграждение), а также установлен новый порядок оплаты литературных сценариев и музыкальных произведений для кинокартин. Кроме того, были приняты решения по другим вопросам экономики кино: утверждены новые цены на билеты в кино, новые ставки налога с кино и тарифы прокатной платы. Все эти меры сыграли большую роль в дальнейшем развитии кинематографии, способствовали оздоровлению её экономики и укреплению производственной дисциплины на киностудиях.

За три предвоенных года (1938–1940) было выпущено 130 полнометражных художественных фильмов, а также значительное количество хроникально-документальных и научно-популярных кинокартин (в восемь раз больше, чем за пятилетие – 1933–1937 гг.).

Война нанесла огромный ущерб нашей кинематографии. Сильно пострадали некоторые киностудии, и осо-

бенно кинопромышленность, что привело к резкому сокращению производства кинооборудования, киноплёнок и фильмокопий. Но наибольший урон был нанесён киносети: было разрушено более 600 кинотеатров, уничтожено свыше 8 тыс. стационарных и передвижных кинопроекторов и до 10 тыс. копий фильмов. Только прямой ущерб, причинённый киносети, составил более 35 млн. руб. Резко сократились пропускная способность киносети и посещаемость кино населением. К концу 1943 г. в стране насчитывалось лишь около 10,6 тыс. киноустановок, почти в три раза меньше, чем в довоенном 1940 году.

Восстановление кинематографического хозяйства в первую очередь в районах, освобождённых от немецких оккупантов, началось уже в 1943 г., что позволило значительно восполнить потери киносети, прокатного фильмофонда и повысить к концу войны посещаемость кино до 427 млн. человек против 336 млн. в 1941 г. С этого момента начинается период дальнейшего планомерного развития киносети. В сферу кинообслуживания включается всё большее число сельских населённых пунктов. Увеличивается количество зрительских мест в городской киносети. В первом послевоенном пятилетии киносеть увеличилась в 2,9 раза.

Тем не менее, фильмов отечественного производства явно не хватало для удовлетворения непрерывно возросших потребностей киносети. В связи с этим значительно возросли тиражи кинокартин (с 650 копий в 1945 г. до 1700 копий в 1950 г. в среднем на художественный фильм отечественного производства), а также существенно увеличился выпуск в прокат фильмов стран народной демократии, трофейных и других фильмов зарубежных стран.

В конце 40-х гг., благодаря расширению объёма научно-исследовательских, конструкторских и технологических работ, были достигнуты значительные сдвиги в развитии кинотехники. В 1948 г. была выпущена первая партия отечественной цветной многослойной киноплёнки, что знаменовало собой важный шаг в развитии советской кинематографии. Промышленность освоила выпуск киносъёмочных камер для синхронных съёмок, аппаратов перезаписи, узкоплёночной кинопередвижки «Украина», новых звуковоспроизводящих устройств и др. Объём производства полнометражных художественных кинокартин и фильмов-спектаклей в первой половине 50-х годов увеличился с 29 в 1952 г. до 67 в 1955 г. (табл. 1).

Для этого периода характерны рост производственных мощностей киностудий, основные фонды которых возросли в 1,7 раза, повышение производительности труда съёмочных коллективов и значительное снижение себестоимости фильмов. Так, затраты на производство художественного фильма в 1955 г. по сравнению с 1951 г., когда они достигли наивысшего уровня, уменьшились более чем вдвое.

На основе улучшения организации и технологии производства, нормирования его основных технико-экономических показателей, выявления и использования внутрипроизводственных резервов неуклонно возраста-

Табл. 1. Выпуск в кинопрокат полнометражных кинофильмов в 1951–1955 гг.

Виды кинофильмов	Годы				
	1951	1952	1953	1954	1955
ВСЕГО	98	79	77	107	132
В том числе:					
Художественные	46	61	67	83	110
Из них:					
- отечественного производства	12	24	36	38	51
- в том числе цветные	10	13	17	31	33
- социалистических стран	22	18	16	22	28
Других стран	12	19	15	23	31
Документальные, научно-популярные и учебные	52	18	10	24	22

ет объём производства фильмов: в 1958 г. киностудии выпустили 108 полнометражных художественных картин, а всего за 1956–1958 годы – около 300. Значительными темпами развивается в 50-е годы киносеть страны, в особенности сельская (табл. 2).

Как видно из приведённых данных, в течение 1951–1958 гг. численность киносети увеличилась на 66,7%, в том числе городской – на 51,6%, сельской – на 71,4%. Рост (в 2,2 раза) стационарной киносети на селе способство-

киностудиями «Ленфильм», «Моснаучфильм», ЦСДФ, а также кинокопировальными фабриками были разработаны и освоены новые виды кинематографа – широкоэкранный, панорамный, широкоформатный, круговая кинопанорама.

В 1956 г. впервые в СССР на киностудии «Мосфильм» было начато производство широкоэкранных фильмов со стереофоническим звуком. В течение 1956–1959 гг. было выпущено уже 20 таких кинокартин. В 1957 г.

киностудия «Моснаучфильм» создаёт первый панорамный фильм «Широка страна моя...», а в 1959 г. на ВДНХ открывается кинотеатр круговой кинопанорамы. С 1960 г. начинается выпуск широкоформатных кинокартин.

К началу 1959 г. в нашей стране действовало 20 киностудий по производству художественных фильмов, которые располагали 41 павильоном общей полезной площадью 23,6 тыс. кв. м, причём с 1955 г. павильонная площадь возросла на 5,6 тыс. кв. м (т.е. на 28%).

Табл. 2. Развитие киносети за 1951–1958 гг. (количество киноустановок на конец года)

Годы	Всего	Количество киноустановок			
		городских	сельских		
			всего	из них стационарных	из общего числа сельских киноустановок – узкоплёночных
1951	46 760	10 780	35 980	14 225	8 644
1952	49 588	11 300	38 288	15 776	11 135
1953	52 288	11 751	40 537	17 285	13 482
1954	55 201	12 092	43 109	20 099	14 826
1955	59 285	12 590	46 695	22 255	16 204
1956	62 853	13 507	49 346	23 512	19 180
1957	69 732	14 798	54 934	26 834	21 430
1958	77 988	16 344	61 644	31 492	24 529
1958	166,7	151,6	171,4	221,3	283,8

вал улучшению кинообслуживания сельских тружеников. Важную роль в решении задач сельской кинофикации в этот период сыграло использование экономичной, безопасной узкой плёнки и узкоплёночной кинопроекторной аппаратуры. Достаточно сказать, что из общего прироста сельской киносети (25,6 тыс. киноустановок), 15,9 тыс., или 62%, приходилось на долю узкоплёночных.

С середины 50-х гг. начинается новый, важный этап в развитии советского киноискусства и кинотехники. За сравнительно короткий отрезок времени учёными, инженерами и технологами НИКФИ, Мосфильма, конструкторских бюро киноаппаратуры в тесном содружестве с

Однако эти возможности использовались ещё недостаточно эффективно из-за отсутствия на киностудиях необходимых видов аппаратуры и оборудования. Объём производства и номенклатура продукции предприятий киномеханической промышленности отставали от растущих потребностей киностудий, киносети и кинокопировальной промышленности. К этому необходимо добавить, что технические базы многих киностудий, построенных в 20-х – начале 30-х годов, не отвечали уже возросшим требованиям фильмопроизводства. Возникла острая необходимость укрепить и расширить материально-техническую базу кинематографии, привести её в

соответствие с новыми задачами, поставленными семилетним планом.

В этот период выполнен большой объём научно-исследовательских, конструкторских и технологических работ, что позволило оснастить киностудии многими новыми типами аппаратуры, оборудования и приборов, существенно улучшить технологический процесс производства кинокартин. Особое внимание при этом было уделено развитию техники новых видов кинематографа и, в первую очередь, технике и технологии производства и печати фильмов на 70-мм плёнке. Был разработан и освоен весь комплекс технических средств для съёмки, записи и перезаписи звука, монтажа, печати и демонстрации широкоформатных фильмов. Была создана также специальная кинокопировальная аппаратура и технология для перевода (выкопировки) фильмов из одного формата в другой, благодаря чему кинотеатры страны получили возможность демонстрировать обычные и широкоэкранные варианты фильмов, снятых на 70-мм плёнке, а также широкоформатные варианты широкоэкранных картин.

За период 1961–1970 гг. киностудии страны выпустили в общей сложности 1628 полнометражных фильмов, в том числе 1304 художественных (включая фильмы-спектакли и телефильмы), 236 хроникально-документальных и 88 научно-популярных. В 1961 г. было создано всего 12 широкоэкранных фильмов и 2 широкоформатных, в 1970 г. – 97 широкоэкранных и 11 широкоформатных. Киностудии производили ежегодно более 1000 короткометражных хроникально-документальных, научно-популярных и учебных кинофильмов (включая заказные), а также более 1200 номеров киножурналов.

К началу 1971 г. в нашей стране насчитывалось уже 62,9 тыс. широкоэкранных и 470 широкоформатных кинотеатров (к началу 1974 г., соответственно, 96,4 тыс. и 677). Развитие городской киносети шло по пути строительства главным образом крупных и средних кинотеатров, которые оснащались преимущественно аппаратурой для показа широкоэкранных фильмов. Количество зрительских мест в городской киносети системы Госкино СССР увеличилось почти вдвое, а уровень кинофикации (число мест в кинотеатрах на 1 тыс. жителей) поднялся с 40 до 49. Благодаря быстрому росту сельской киносети в сферу кинообслуживания были включены десятки тысяч мелких и средних населённых пунктов во всех районах страны, в результате чего посещаемость кино сельскими жителями увеличилась с 12 до 17 раз в год. Общее число зрителей, посетивших кинотеатры, возросло с 3,6 млрд. в 1960 г. до 4,65 млрд. в 1970 г., т.е. на 30%.

В больших масштабах велись работы по техническому переоснащению киносети, внедрению новых типов кинопроекторной, звуковоспроизводящей и электропитающей аппаратуры с целью дальнейшего повышения качества кинопоказа.

За десятилетие на 80% вырос объём массовой печати фильмокопий. Кинокопировальные фабрики выпустили в

1970 г. 640 млн. м 35-мм, 212 млн. м 16-мм и 4,8 млн. м 70-мм фильмокопий. Был освоен выпуск 8-мм фильмокопий, предназначенных для учебных, научно-просветительных целей и для продажи населению. Были приняты меры, направленные на улучшение организации кинопроизводства и системы материального стимулирования студий и работников кино: введение договорных отношений между киностудиями и режиссёрами-постановщиками; обеспечение студий и киносети оборудованием и киноплёнкой, отвечающим современным требованиям; улучшение учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях кинематографии и др. Так, за период 1961–1970 гг. затраты на оплату кинофильмов возросли в 1,8 раза, на оплату фильмокопий – в 1,7 раза, эксплуатационные расходы киносети и кинопроката – в 1,8 раза. В то же время валовой сбор от продажи билетов на киносеансы увеличился лишь на 22%.

В заключение отметим, что к 80-м годам кинематограф в России превратился в мощную, рентабельную индустрию. Наряду со значительным увеличением выпуска кинофильмов и объёма массовой печати фильмокопий, расширением сети кинотеатров, кинофицированных клубов, сельских стационарных киноустановок и др., повысились качество и культура кинообслуживания населения, а также уровень технической оснащённости предприятий и организаций кинематографии. Кино обогатилось новыми техническими изобразительными возможностями благодаря быстрому развитию широкоэкрannого и широкоформатного кинематографа, играющих важную роль в расширении зрительской аудитории, а также в увеличении денежных сборов от просмотров кинофильмов.

В настоящее время кинематография в России переживает не лучшие времена. Практически безальтернативное господство кинематографа на рынке зрелищных услуг закончилось с приходом качественного цветного телевидения, а затем Интернета. Проблемы кинематографа усугубились политическим и экономическим кризисами. За последние десятилетия технически и технологически самостоятельная отрасль была разрушена. И сегодня, как и 100 лет назад, рынок кинотехники полностью находится во власти иностранных производителей. Хватит ли сил у отечественной науки и технологии восстановить свои позиции, покажет время. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Петровский В. Экономика кинематографии. М., «Искусство», 1958.
2. Анашкин А., Зуев В., Митрофанов И., Саничкина Г. Экономика. Организация и планирование киносети и кинопроката. М., «Искусство», 1976.
3. Чернов В. Производство фильмов в СССР за 50 лет. Техника кино и телевидения № 9, 1969.



ШИРОКОФОРМАТНЫЕ СИСТЕМЫ КИНЕМАТОГРАФА

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



(Окончание, начало в МТК №2(20), 2011)

■ Широкий формат (SovScope 70)

Разработка советской системы широкоформатного кинематографа началась во Всесоюзном научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ) в 1957 году. Творческому коллективу под руководством Е.М. Голдовского совместно с киностудией «Мосфильм», советскими конструкторскими бюро киноаппаратуры и заводами киномеханической промышленности в довольно короткие сроки удалось создать отечественную систему широкоформатного кинематографа. В целях обеспечения свободного обмена фильмокопиями и исходными материалами между странами все основные показатели системы совпадают с системой «Todd AO» и её аналогами. Однако советская широкоформатная система имеет два существенных отличия. Первым из них является применение 70 мм киноплёнки и для съёмки фильмов, и для печати копий. Вторым отличием является использование девятиканальной фонограммы на отдельной 35 мм магнитной ленте при демонстрации фильмов в крупных кинотеатрах.

Отечественные конструкторы разработали весь парк съёмочной киноаппаратуры для павильонных и натурных съёмок и полную линейку оптики для неё, которая состояла из объективов с фокусными расстояниями от 15 до 300 мм и трансфокаторов для широкоформатной съёмки. Была также разработана копировальная и проекционная техника для нового формата.

Полное сходство основных размеров советской широкоформатной системы с американской «Todd AO» породило слух о том, что первый советский широкоформатный фильм был снят американской съёмочной киноаппаратурой на 65 мм киноплёнке по системе «Todd AO». В некоторых зарубежных изданиях, включая интернет сайты, эта легенда распространяется до сих пор. Одни рас-

сказывают, что Майк Тодд подарил кинокамеру Н.С. Хрущёву во время своего визита с Лиз Тейлор в Москву. Другие говорят, что камеру просто украли, а третьи, что Тодд не захотел везти обратно в США привезённое в Москву для демонстрации широкоформатного фильма оборудование. Но это всё, как сказано в известном фильме, только легенды и сказки и, может быть, поводы для тостов. Чтобы узнать правду, надо просто заглянуть в ОТК Госфильмофонда России и посмотреть технологическую документацию на фильм «Повесть пламенных лет». В Госфильмофонде РФ хранятся первый и второй негативы широкоформатного варианта фильма. В техническом паспорте прямо сказано, что оба они сняты на 70 мм негативной киноплёнке производства фабрики №3 в украинском городе Шостка. Выпуск цветных широкоформатных 70 мм негативных и позитивных киноплёнок был освоен в конце 1958 года на производственном объединении «Свема», которое уже несколько лет выпускало цветные негативные 35 мм киноплёнки типа ДС-2 и ЛН-3 для обычного кинематографа. Наличие в Госфильмофонде оригинального негатива первого широкоформатного фильма на 70 мм киноплёнке опровергает все слухи об использовании для съёмки кинокамеры «Todd AO», так как она рассчитана на использование для съёмки негативной киноплёнки шириной 65 мм. Таким образом, и первый и последующие широкоформатные фильмы снимались на отечественной аппаратуре и в основном на негативной киноплёнке «Свема». Крайне редко для совместных постановок с зарубежными странами использовались 70 мм негативные киноплёнки «ORWOColor».

Честь освоения нового формата была предоставлена пионеру советского цветного кинематографа кинооператору Фёдору Фёдоровичу Проворову, который в 1959 году на киностудии «Мосфильм» снял экспериментальный

широкоформатный фильм. И уже в следующем году Ф.Ф. Проворов, совместно с кинооператором Алексеем Сергеевичем Темериным приступил к съёмкам первого советского широкоформатного полнометражного игрового фильма, постановку которого по сценарию А.П. Довженко на киностудии «Мосфильм» осуществила супруга великого кинорежиссёра Юлия Ипполитовна Солнцева.

Кинотеатров, оборудованных для демонстрации широкоформатных фильмов, ещё не было. Поэтому для показа отечественного широкоформатного первенца было принято решение установить в центральной аппаратной московского панорамного кинотеатра «Мир» два 70 мм кинопроектора. 23 февраля 1961 года здесь состоялась премьера первого советского широкоформатного фильма «ПОВЕСТЬ ПЛАМЕННЫХ ЛЕТ».

Летом 1961 года в прокат были выпущены широкоэкранный и обычный варианты фильма. В 1962 году в отечественном прокате шли 444 копии всех трёх вариантов фильма, которые посмотрели 12,6 миллионов советских зрителей.

8 мая 1961 года широкоформатный вариант фильма был показан в конкурсной программе на XIV международном кинофестивале в Каннах. Фильм был высоко оценён не только зрителями, которые неоднократно аплодировали во время его просмотра, но и жюри. В Каннах Юлии Солнцевой была присуждена премия за режиссуру, а Высшая техническая комиссия французской кинематографии присудила фильму «Повесть пламенных лет» Премию за операторское мастерство и высокое техническое качество.

Каннские награды открыли советскому фильму дорогу на зарубежный экран. Широкоформатный вариант фильма демонстрировался в крупнейших кинотеатрах Европы, Азии и Америки.

С 18 января 1963 года «Повесть пламенных лет» начала демонстрироваться в ГДР, а с 15 февраля фильм вышел в финский прокат.

В 1965 году в парижском кинотеатре «Gaumont Cinépanorama» были установлены широкоформатные кинопроекторы Cinemessanica-V10, и «Повесть пламенных лет» начали демонстрировать по системе «Кинопанорама 70» под французским названием «L'histoire des années de feu».

11 марта 1965 года в лондонском панорамном кинотеатре «Coliseum Cinematograph» началась демонстрация фильма «Повесть пламенных лет» по системе «Cinerama» под английским названием «Story of the Flaming Years».

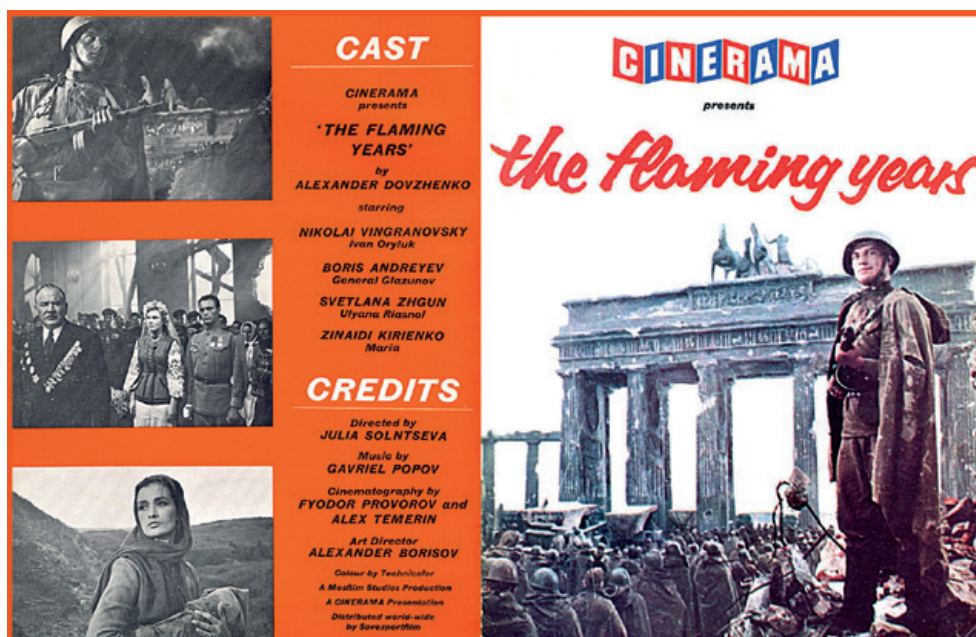
Начиная с 1960 года, в Советском Союзе началось проектирование и строительство кинотеатров большой вместимости с залами, оборудованными для показа обычных, широкоэкранных и широкоформатных кинофильмов со стереофоническим звуковоспроизведением.

В феврале 1961 года в Москве открылся первый в СССР широкоформатный кинотеатр «Россия». В большом зале на 2500 мест был установлен крупнейший в мире экран шириной 29 м и высотой 11 м.

17 октября 1961 года в московском Кремле открылся Кремлёвский Дворец съездов с одним из



Кадр из фильма «Повесть пламенных лет» (1960)



Программа лондонского кинотеатра «Coliseum Cinematograph» к фильму «Повесть пламенных лет»

самых крупных в мире кинотеатральных залов на 6150 мест. Помимо проведения съездов, конференций, конгрессов, театральных представлений и концертов, зал имеет оборудование для демонстрации всех видов кинофильмов. Для обеспечения высокого качества кинопроекции на экран размером 29х12 метров в аппаратной установлены четыре универсальных кинопроектора со сверхмощными дугowymi лампами, которые дают световой поток 40000 лм. В киноаппаратной установлено оборудование для воспроизведения всех типов фонограмм, включая демонстрацию фильмов с раздельной девятиканальной магнитной фонограммой на 35 мм киноплёнке. Крупнейший в мире выдвижной киноэкран смонтирован на подвижной металлической раме вместе с дистанционно управляемыми кашетами, изменяющими его размер, и мощными громкоговорящими для стереофонического воспроизведения звука. Экран выдвигается электроприводом на авансцену зала или устанавливается в любой точке по всей глубине сцены.

В начале 60-х годов прошлого века лидером по внедрению широкоформатного кинематографа стала Украина.



Зрительный зал Кремлёвского Дворца съездов в варианте кинозала



Кадр из фильма «Крепостная актриса» (1963)

8 апреля 1961 года в городе Черновцы открылся кинотеатр «Октябрь» — первый широкоформатный кинотеатр на Украине. В зале, рассчитанном на 666 зрителей, проекция широкоформатных фильмокопий велась на экран шириной 16,7 м и высотой 7,7 м двумя кинопроекторами типа ПШ-70 производства киевского завода «Кинодеталь». Широкоэкранные и обычные фильмы демонстрировались с двух кинопроекторов типа КПП-3, при

этом размер экрана составлял, соответственно, 13х6,5 и 6,45х4,6 м. 1 мая 1961 года в Львове открылся второй на Украине широкоформатный кинотеатр с залом на 913 мест, в котором был установлен экран размером 17х7,7 м. В 1963 году широкоформатные кинотеатры открылись в Киеве, Донецке, Запорожье, Ивано-Франковске, Харькове, Хмельницком и Макеевке.

Одновременно с вводом в эксплуатацию новых широкоформатных кинотеатров происходило переоборудование для 70 мм проекции украинских панорамных кинотеатров, где устанавливались кинопроекторы типа КПУ-35/70 киевского завода «Кинодеталь». 5 ноября 1962 года началась демонстрация широкоформатных кинофильмов в киевском панорамном кинотеатре, а с 17 февраля 1963 года — в днепропетровском кинотеатре «Панорама».

К концу 60-х годов прошлого века широкоформатные кинотеатры работали во всех крупных городах Украины. А в некоторых курортных городах было сразу несколько широкоформатных кинотеатров.

На киевской киностудии имени А.П. Довженко производство широкоформатных фильмов началось в 1962 году. 18 января 1963 года на экран был выпущен широкоформатный первенец студии — киноповесть «Закон Антарктиды». А 7 декабря 1964 года советские зрители увидели совместный проект киностудии «Мосфильм» и киевской киностудии — кинопоэму «Зачарованная Десна», поставленную Ю.И. Солнцевой по сценарию А.П. Довженко.

В период с 1962 по 1990 год украинские кинематографисты сняли более 30 широкоформатных игровых фильмов. Среди них: «Белая птица с чёрной отметиной» (1972), «Вечер накануне Ивана Купала» (1969), «Захар Беркут» (1972), «Легенда о

княгине Ольге» (1984), «Туманность Андромеды» (1967), «Ярослав Мудрый» (1982).

Съёмкой видового короткометражного фильма, выпущенного на экран в 1962 году, началось освоение широкоформатного процесса на киностудии «Ленфильм». А первым игровым широкоформатным фильмом студии стала кинооперетта «Крепостная актриса», которая начала свою долгую и успешную прокатную жизнь 2 ноя-

бря 1963 года на панорамном экране московского кинотеатра «Мир». В 1964 году фильм стал одним из лидеров советского кинопроката. Фильм посмотрели почти 32 миллиона кинозрителей, обеспечив ему шестое место во Всесоюзном кинопрокатном рейтинге.

В XX веке на «Ленфильме» было снято около 40 широкоформатных фильмов. Самым кассовым из них стала экранизация оперетты «Свадьба в Малиновке», которую в течение первого года проката посмотрели 74,64 миллиона зрителей СССР. Фильм занимает пятое место в группе лидеров советского проката за период с 1918 по 1991 год. На Всесоюзном кинофестивале 1968 года фильму была присуждена Специальная Премия «Лучший комедийный ансамбль» — З. Федорова, М. Водяной, М. Пуговкин, В. Самойлов».

«Свадьба в Малиновке» стала самым кассовым советским широкоформатным фильмом, а самым дорогим из них стала мосфильмовская экранизация романа Л.Н. Толстого «Война и мир». Бюджет этой четырёхсерийной эпопеи в советское время официально никогда не публиковался. По некоторым данным, на постановку фильма было израсходовано от 150 до 180 миллионов долларов США.

До выпуска в прокат первая серия киноэпопеи «Война и мир» — «Андрей Болконский» (в двух частях) летом 1965 года на IV Международном кинофестивале в Москве получила Большой Золотой приз фестиваля и Приз «Золотая головка Паленке» на VIII Международном кинофестивале в Акапулько (Мексика).

Только в следующем, 1966 году, первая и вторая серии были выпущены во всесоюзный прокат. 14 мар-

та 1966 года в московском кинотеатре «Россия» прошла премьера первой серии, а с 20 июля 1966 года началась демонстрация второй серии фильма — «Наташа Ростова». Третья серия — «1812 год» начала демонстрироваться 21 июля 1967 года. 4 ноября того же года вышла последняя, четвёртая серия фильма — «Пьер Безухов». Все серии первоначально выходили на экран в широкоформатном варианте с шестиканальным стереофоническим звуком. Через некоторое время в прокат выпускались широкоэкранный и обычный варианты фильма.

Первая серия фильма «Война и мир» была выпущена в прокат рекордным для советского кино тиражом в 2805 копий всех форматов. В советском прокате фильм собрал 135 миллионов зрителей: первая серия — 58 млн; вторая серия — 36,2 млн; третья серия — 21 млн; четвёртая серия — 19,8 млн. (Двухсерийную американскую экранизацию «War and Peace» режиссёра Кинга Видора (King Vidor), выпущенную в американский прокат 21 августа 1956 года, в 1959 году в советском прокате посмотрели 31,4 миллиона зрителей, и фильм занял десятое место по итогам года).

В 1967 году фильм получил приз Японской Ассоциации любителей кино «Розей» как лучший фильм года на экранах Японии.

28 апреля 1968 года фильм был выпущен в американский прокат.

В 1968 году «Война и мир» стала первым советским игровым фильмом, получившим премию «Оскар» в номинации «Лучший иностранный фильм».

Премия Американской Академии киноискусства и наук «Оскар» за лучший иностранный фильм на экранах США в 1968 году.

Первый приз Нью-Йоркской Ассоциации кинокритиков (США) за лучший иностранный фильм 1968 года.

Премия Ассоциации иностранной прессы Голливуда (США) за лучший фильм 1968 года не на английском языке.

В 1973 году на кинофестивале советских фильмов в Соренто (Италия) актриса Л. Савельева признана лучшей исполнительницей женских ролей в фильмах «Война и мир» и «Подсолнухи».

В 1975 году премия «Оскар» в номинации «Лучший иностранный



Кадр из фильма «Свадьба в Малиновке» (1967)



Кадр из фильма «Война и мир» (1966)

фильм» была присуждена советскому двухсерийному широкоформатному фильму «Дерсу Узала», поставленному режиссёром Акирой Курасавой (Akira Kurosawa) на киностудии «Мосфильм» при участии «Ателье-41» (Япония).

Советские широкоформатные фильмы «Братья Карамазовы» (10.01.1969), «Чайковский» (01.09.1970) и «Белый Бим Чёрное ухо» (15.09.1977) номинировались на премию «Оскар» как «Лучший иностранный фильм».

В Советском Союзе широкоформатные фильмы снимались и выпускались в прокат на 70 мм киноплёнке вплоть до развала СССР. Причём формат фильма определялся, как правило, не художественными задачами, а необходимостью выполнения строгой плановой дисциплины по выпуску фильмов различных форматов. Поэтому, среди настоящих блок-бастеров на 70 мм киноплёнке встречаются и камерные фильмы, которым совершенно не нужен огромный экран.

Последним советским широкоформатным колоссом стал двухсерийный фильм-дилогия «Сталинград» киноваталиста Юрия Озерова.

В 90-е годы прошлого века на постсоветском пространстве не только не снимали широкоформатные фильмы, но и закрывали кинотеатры, пригодные для их демонстрации. Позже началась новая эпоха отечественной кинофикации, но уже без применения 70 мм широкоформатной системы. Таким образом, в России стало невозможно не только производить, но демонстрировать широкоформатные фильмы. Отсутствие кинокопировального и другого вспомогательного оборудования сделало невозможным и восстановление фильмов на 70 мм киноплёнке. А так как некоторые из них в другом формате в прокат не выпускались, то они исчезли с экрана, и казалось, навсегда. Первой ласточкой стало восстановление космического блок-бастера киностудии имени М. Горького «Через тернии к звёздам». Группа восстановления отказалась от идеи работы с 35 мм анаморфированной версией фильма. Но поскольку в России, да и во всём СНГ, к тому времени уже не было ни одного кинокопировального аппарата для 70 мм плёнки, а уж 70 мм фильм-сканера и подавно, то всё сканирование производилось за границей. Это был 2000 год. И вот через 9 лет – 30 января 2009 года на традиционном кинофестивале архивного кино в подмосковных Белых Столбах на суд участников и гостей фестиваля был представлен восстановленный на новом оборудовании в Госфильмофонде России широкоформатный фильм «Первороссияне». Снятый в 1966 году и выпущенный в прокат ограниченным тиражом только на 70 мм плёнке, фильм более чем через сорок лет вернулся вновь к зрителям. В России началась новая история – история восстановления широкоформатных фильмов и возвращения их зрителям в новом цифровом качестве. Фильм «Первороссияне» был включён в программу «Социалистический авангардизм» 31 Московского международного кинофестиваля и 20 июня 2009 года был показан кинозрителям с цифрового носителя в зале №3 мультиплекса «Октябрь».



Кадр из фильма «Первороссияне» (1966)

Dimension 150®

Научные работники Калифорнийского университета (University of California) Ричард Ветер (Richard Vetter) и Карл Уильямс (Carl Williams) к середине 60-х годов прошлого века разработали оптическую систему для проекции широкоформатных фильмов «Todd AO» на сверхбольшой экран с дугой в 150 градусов, получившую название «Dimension 150».

28 сентября 1966 года в Нью-Йорке состоялась премьера первого игрового фильма по этой системе «The Bible...In the Beginning» (Библия... В начале).

Сегодня в мире работают десятки кинотеатров, оборудованные проекционной системой «Dimension 150» и дугообразными экранами размером от 7,3x17,4 до 10,7x27,4 метров.

IMAX® (АЙМАКС)

«Благодаря большому размеру кадра система IMAX представляет собой идеальную базу для будущего совершенствования киноискусства и кинозрелища» – эти слова, сказанные Робертом Керром, одним из разработчиков новой системы, в 1967 году казались полной фантастикой. И мало кто тогда верил, что через несколько лет система «IMAX» прочно займёт место в мировой системе кинопроизводства и кинопроката, освоит практически все жанры кинематографа от рекламного ролика до полнометражного игрового или анимационного фильма...

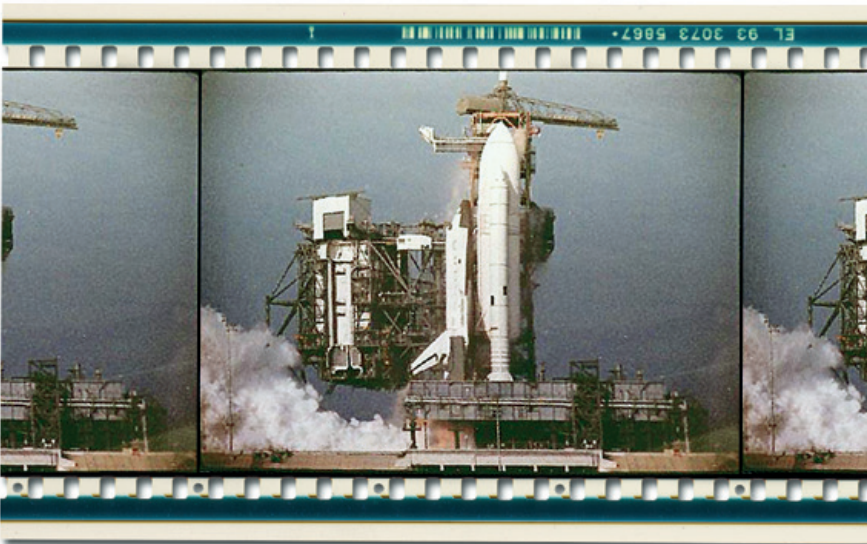
Работая над созданием киноаттракционов для международной выставки «ЭКСПО-67» в Монреале, небольшая группа инженеров канадской фирмы «Multiscreen Corporation Limited» Грэм Фергюсон (Graeme Ferguson), Роман Кроитор (Roman Kroitor) и Роберт Керр (Robert Kerr) провела ряд исследований по использованию стандартной 70 мм киноплёнки для получения высококачественного изображения на сверхбольших экранах.

Первые демонстрации фильма по системе «IMAX» в 1967 году показали её превосходство над другими системами по качеству проекции, как по площади экрана (втрое большего, чем экран «Cinerama»), так и по резкости, яркости и устойчивости изображения.

В системе «IMAX» для съёмки используется 65 мм негативная киноплёнка, а для проекции 70 мм позитив-



Кадр по системе «IMAX» из документального фильма «North of Superior» (Выше к северу) (1971)



Кадр по системе «IMAX» из фильма «Space Station» (Космическая станция) (2002)

ная. Размер кадра в негативе и позитиве втрое больше, чем стандартный 70 мм кадр по системе «Todd AO» — 48,6x69,6 мм. При съёмке и проекции плёнка движется в горизонтальном направлении. Соотношение сторон кадра равняется 1.432:1, то есть близкое к соотношению сторон в обычном кинематографе и на телеэкране. Использование стандартной 70 мм киноплёнки и всей линейки оборудования для её обработки без модификации и дополнительных расходов позволяет легко печатать фильмы, снятые по системе IMAX, как на 70 мм, так и на 35 мм киноплёнке для показа на обычном экране и по телевидению.

15 мая 1970 года на международной выставке «ЭКСПО-70» в японском г. Осака в павильоне фирмы «Фуджи» (Fuji Pavilion) на гигантском экране 39x26 м (площадь более 1000 м²) начал демонстрироваться первенец

системы «IMAX» документальный фильм «TIGER CHILD» (Потомок тигра).

Весной 1971 года в парке развлечений «Ontario Place» канадского города Торонто (Toronto) открылся первый в мире стационарный кинотеатр по системе «IMAX» — «Cinesphere» (Киносфера). Это был необычный кинотеатр. Его смело можно назвать мультиформатным кинозалом для демонстрации фильмов, снятых по всем существовавшим на то время системам и форматам кинематографа, а также для демонстрации экспериментальных фильмов и киноаттракционов, снятых для международных выставок «Экспо-67» в Монреале и «Экспо-70» в Осаке. В кинотеатре «Cinesphere» 752 зрителя одновременно могли наблюдать последние достижения кинотехники на экране размером 24,4x18,3 м в сопровождении многоканального стереофонического звука. Специально для демонстрации в открывшемся кинотеатре канадской компанией «Ontario Place Corporation» был снят второй документальный фильм по системе «IMAX» — «North of Superior» (Выше к северу).

Дальнейшее развитие системы привело к созданию двухплёночной и одноплёночной системы стереокино «IMAX 3D». В 1985 году на экраны кинотеатров «IMAX» был выпущен первый стереоскопический фильм «We Are Born of Stars» (Мы рождены звёздами) в системе «IMAX 3D», который демонстриро-

вался по однообъективному анаглифическому способу. А 21 апреля 1995 года кинозрители Нью-Йорка пришли в новый кинотеатр «IMAX 3D Theater» на премьеру первого игрового фильма по системе «IMAX» — «Wings of Courage» (Крылья храбрости). Фильм демонстрировался на огромном экране высотой в восьмизэтажный дом по двухплёночной стереоскопической системе «IMAX 3D» с двух синхронизированных кинопроекторов. В дальнейшем этот фильм демонстрировался по системе «IMAX» как в стереоскопическом, так и в плоском вариантах.

17 апреля 2002 года в Нью-Йорке по двухплёночной системе «IMAX 3D» прошла премьера научно-популярного фильма «Space Station 3D» (Космическая станция) — первого стереоскопического фильма, который был снят в открытом космосе. ■