частный некоммерческий

МИР 3D WORLD

научно-популярный журнал

№ 5 (25)

2015

«ДОЛБИМ» В 3D

МИР 3D WORLD

частный
некоммерческий
научно-популярный журнал

№ 5 (25)
2015

Журнал для энтузиастов 3D-технологий */сентябрь – октябрь/*

Периодичность: 1 раз в 2 месяца.

Редакция

Главный редактор:
SCREW Black Light

Координаты редакции
e-mail: mir-3d-world@yandex.ru
web: **http://mir-3d-world.w.pw**
http://mir-3d-world.zz.mu

подписка:
Subscribe.Ru → hitech.video.mir3dworld

или по e-mail:
hitech.video.mir3dworld-sub@subscribe.ru

Содержание

3D-новости:
Виртуальные шлемы «Fibrum» уже в продаже **3**
Sony: 3D-дисплей с круговым обзором **4**
3D-технологии:
Dolby 3D – «анаглифное» стерео нового типа **5**
3D-идея:
«Осмотр со всех сторон» в 3D: как сделать? **15**
3D-технологии:
Недорогой способ увеличения разрешения шлемов виртуальной реальности от NVIDIA **29**
3D – страничка истории 32

Условия распространения

- **Журнал является бесплатным для читателей и распространяется редакцией свободно.**
- **Неимущественные авторские права** на опубликованные материалы принадлежат их авторам, авторские права на журнал в целом принадлежат его редакции (© SCREW Black Light).
- **Условия публикации в журнале авторских статей:** авторы передают редакции неисключительные права на публикацию и распространение своих статей в составе журнала или его фрагментов, не претендуя на какое-либо вознаграждение. Авторы могут публиковать эти же статьи в любых других изданиях. Согласование с редакциями этих изданий факта публикации статей в данном журнале возлагается на авторов.
- **Условия публикации в журнале новостной и др. информации, взятой из сети Интернет:** материалы, взятые из открытых публикаций в web, публикуются в редакторской обработке либо «как есть», с указанием ссылки на первоисточник.
- **Третьи лица могут распространять журнал свободно и бесплатно.** Вы можете включать выпуски журнала в любые комплекты своих материалов, в том числе распространяемые на коммерческой основе, при условии, что за собственно выпуски журнала никакая оплата не взимается. Выпуски журнала разрешается распространять «как есть»: целиком, без каких-либо изменений. **При перепечатке фрагментов материалов журнала** обязательны: сохранение ФИО автора (авторов), указание названия журнала («Мир 3D / 3D World»), номера и года его выпуска, а также адресов e-mail и web редакции.

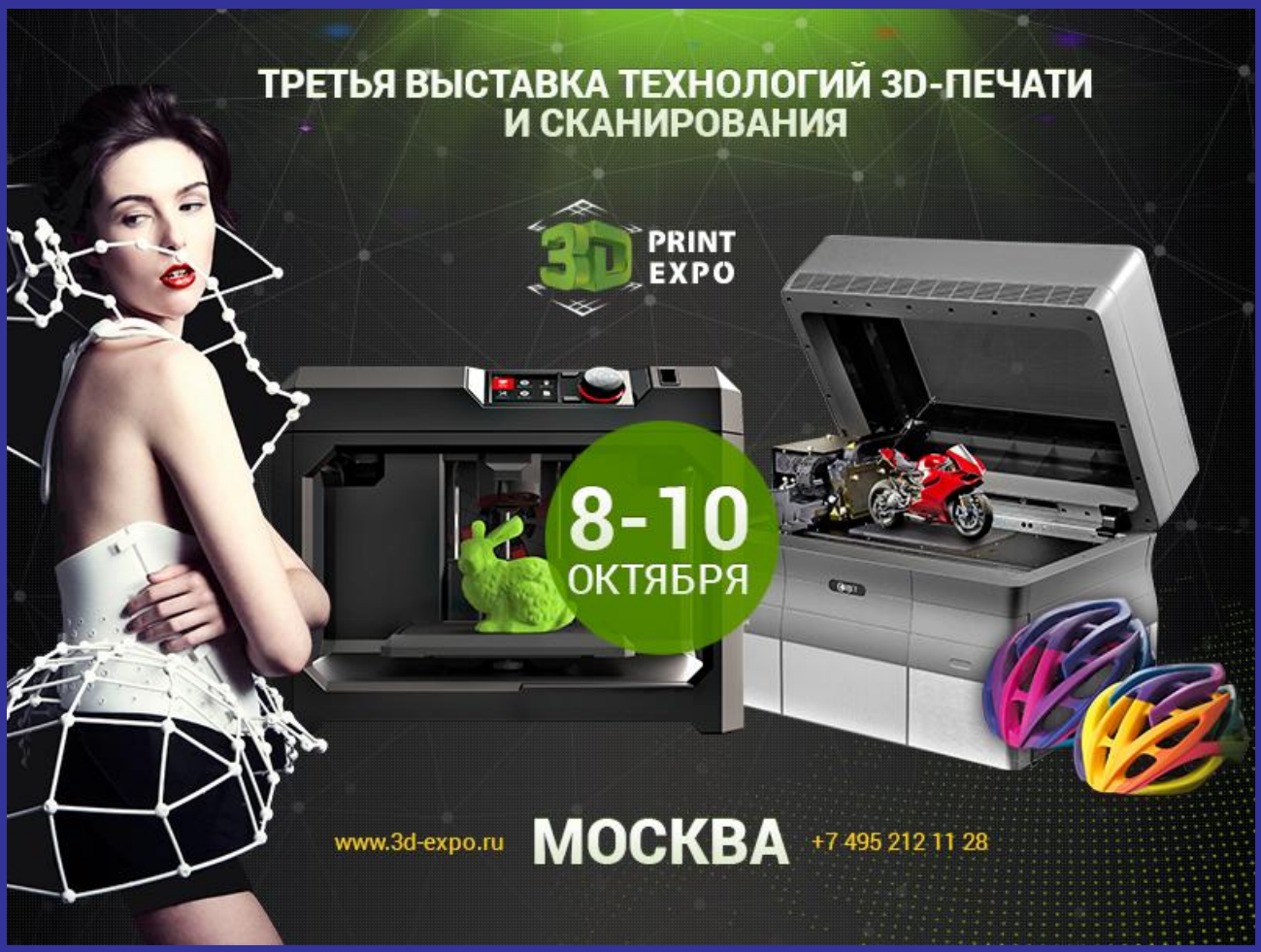
М. – СПб.: СамСебяИздат, 2015

PRINT EXPO

8-10 октября
КВЦ «Сокольники»

3D PRINT EXPO – ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА 3D-ПЕЧАТИ И СКАНИРОВАНИЯ В СНГ

На целых три дня в Москве запустится мощный печатный цех 3D Print Expo. Это крупнейшая на территории СНГ выставка передовых разработок трехмерной печати и сканирования, которая задает темп всей индустрии и ежегодно собирает самые свежие технологические новинки отрасли.



В этом году список экспонентов 3D Print Expo пополнился молодыми компаниями, которые, тем не менее, сразу же укоренились в серьезной отрасли промышленной 3D-печати.

- Первый российский производитель строительных 3D-принтеров – компания Спецавиа – представит уникальный принтер для быстрого создания полноразмерных жилых построек, строительных конструкций и ландшафтных объектов.
- ООО «Производство полимерных труб», производственные линии которого созданы по новейшим технологическим стандартам.
- Среди участников 3D Print Expo также будут присутствовать матерые старожилы российского рынка 3D-печати и сканирования: Top3dShop, Igo3d, Prototypster, Irwin и другие.

В первый день 3D Print Expo состоится круглый стол на тему «Применение аддитивных технологий в промышленности» для обмена опытом и развития индустрии. В обсуждении примут участие лучшие инженеры и ученые «Сколково», а также опытные предприниматели Российского и Западного рынков.

В рамках 3D Print Expo также пройдет профильная конференция, участие в которой примут лучшие специалисты индустрии печати и сканирования, и будут подведены итоги захватывающего сезона 3D-печати в 2015 году.

Регистрация на 3D Print Expo уже открыта. Билеты на выставку и конференцию уже в продаже!

Адрес проведения выставки: Москва, КВЦ Сокольники, 5-й Лучевой просек, 7, стр. 1, павильон 2.

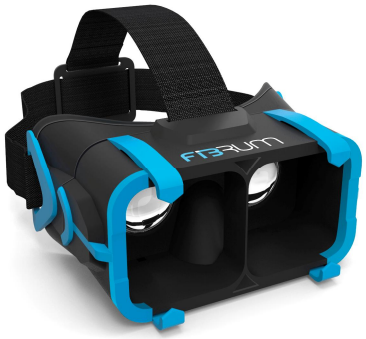
P.S. Билет на мероприятие автоматически подключает вас к розыгрышу 3D-принтера. ☺

КОНТАКТЫ

+7 (495) 212-11-28

client@3d-expo.ru www.3d-expo.ru

Виртуальные шлемы «Fibrum» уже в продаже



Ранее (в обзоре конференции-выставки **MATE** – **Moscow Application & Technology Expo**, см. выпуск журнала «Мир 3D / 3D World» № 3 за 2015 год) мы рассказывали о виртуальном шлеме Fibrum, разработанном командой российских специалистов из Казани. Приобрести этот шлем предлагалось по предзаказу через официальный сайт Fibrum (**http://fibrum.ru/index_ru.html**), причем речь шла о «пилотной» версии шлема.

И вот, наконец, после довольно долгого ожидания шлемы Fibrum пришли в широкую продажу. 28 июля в сети магазинов **re:Store** появился мобильный шлем виртуальной реальности **Fibrum Pro**. Купить его можно во всех розничных магазинах сети re:Store по цене 7 990 рублей, при желании предварительно опробовав шлем в специальных «демо-зонах». Кроме того, шлем Fibrum доступен для заказа в целом ряде интернет-магазинов – **http://fibrum.com**, **http://n-store.ru**, **http://medgadgets.ru**, **http://madrobots.ru**, **http://i-help.su**, **http://www.kickgoods.ru**, **http://volgotoy.ru**, **http://lavkastiva.ru**.

Комплект, предлагаемый покупателям, кроме самого шлема виртуальной реальности, включает в себя карту **«Fibrum Premium Club»**. Это – очень важное приложение: **очень скоро практически все мобильные приложения, разработанные для Fibrum и предлагаемые сейчас бесплатно в «магазинах приложений» для смартфонов, станут платными (кроме виртуального кинотеатра Cinema VR)**. Обладатели же клубной карты **«Fibrum Premium Club»** смогут скачивать на свои мобильные устройства различные игры и другие приложения для шлема Fibrum бесплатно или со скидкой (для приложений, совместно разработанных компанией Fibrum и ее партнерами). Владельцам клубных карт также будут предоставлены возможности участия в различных мероприятиях, посвященных виртуальной реальности, и получения скидок от партнеров компании Fibrum.

Впрочем, те пользователи, которые приобрели шлем ранее по предзаказу, без клубной карты, тоже не остаются в стороне: взамен карты «Fibrum Premium Club» им переданы специальные коды доступа, аналогичные клубным картам.

По материалам пресс-релиза компании «Fibrum»

Sony: 3D-дисплей с круговым обзором

Компания **Sony** представила на выставке **Digital Content EXPO**, проходившей 22 октября в Токио, представила новый прототип 3D-дисплея с разрешением 96 x 128 пикселей и 24-битным цветом, позволяющего рассматривать трёхмерное изображение с любого угла и одновременно с нескольких точек. Никаких очков или других приспособлений для просмотра этот цилиндрический дисплей не требует.

На разработку двух экспериментальных образцов 3D-дисплея, показанных на выставке, потребовалось около трех лет. Принцип работы устройства пока компания сохраняет в тайне, упоминается лишь, что для отображения используются светодиоды. Но, судя по форме прибора, принцип отображения основан на очень быстром вращении экрана, выводящего последовательно соответствующие картинки для каждого узкого сектора обзора.

Пока размеры нового дисплея весьма небольшие: диаметр 13 сантиметров, а высота – 27 см. Версии с более крупными экранами в Sony предполагают создать несколько позже. Областей применения этого устройства возможно множество, в том числе как 3D-телевизор или коммуникатор. Но о планах выпуска такого 3D-дисплея в широкую продажу Sony пока не заявляет.

Посмотреть новый 3D-дисплей в работе можно на видеоролике, размещенном на Youtube: **https://youtu.be/IAS55_RngoQ**.

Источник:
http://www.membrana.ru/particle/14292

Dolby 3D – «анаглифное» стерео нового типа

В предыдущих выпусках (№№ 1 – 5 за 2012 год) говорилось о различных технологиях воспроизведения (показа) стереоизображений, включая стереоскопы различных конструкций, анаглифический метод, поляризационный, растровый и затворный. Но «за кадром» пока оставался по крайней мере еще один интересный метод, широко используемый сегодня в 3D-кинотеатрах – технология (или, по другой терминологии, стандарт) **Dolby 3D**.

Что такое Dolby 3D

По определению «Википедии», **Dolby 3D** (другое, более раннее название – **Dolby Digital Cinema 3D**) – это прежде всего торговая марка компании Dolby Laboratories, Inc., разработавшей технологию показа стереокино в цифровых кинотеатрах.

Главным преимуществом этой технологии по сравнению с другими используемыми для кинопоказа на большом экране технологиями **RealD 3D** и **IMAX 3D** являются высокое качество получаемого стереоизображения и отсутствие необходимости использовать специальный (и довольно дорогой) экран с серебряным покрытием, благодаря чему для показа стереофильмов достаточно использовать любой кинозал (подойдет даже обычный складной проекционный экран, какие часто используют при показе презентаций на семинарах и конференциях или использовали когда-то дома для просмотра «пленочного» кино, диафильмов и диапозитивов). Сравнительно недорогими являются и очки, используемые для просмотра. Правда, сам проектор для Dolby 3D представляет собой довольно сложное и потому очень дорогое устройство, что несколько сдерживает широкое использование этой стереотехнологии.

Для справки

Технология RealD 3D основана на использовании поляризационного метода с круговой поляризацией (по часовой стрелке для правого глаза и против часовой стрелки для левого глаза). Для этого используется специальный модулятор, размещаемый непосредственно перед проектором. Частота кадров при проекции составляет 144 стереопары в секунду или 72 кадра для каждого глаза; поскольку в обычном видео имеется только 24 кадра в секунду, каждый такой кадр проецируется трижды, что позволяет уменьшить мерцание. Главный недостаток данной технологии – необходимость оборудования кинозала специальным экраном с серебряным покрытием, чтобы обеспечить правильное, без нарушения круговой поляризации отражение света от поверхности экрана.

Технология IMAX 3D также основана на использовании поляризационного метода, но на базе линейной поляризации. Это несколько ограничивает допустимую зону просмотра – взгляд зрителя должен быть направлен на центр экрана, иначе изображение окажется несколько размытым. Преимуществом же технологии IMAX является использование очень большого экрана: видимое на нем изображение занимает практически всю видимую глазом область и это создает более высокий эффект присутствия. В основном используется аналоговый вариант технологии IMAX с широкой кинопленкой (70 мм против обычных 35 мм для получения гораздо более высокого разрешения). Цифровая версия IMAX также была разработана к 2008 году, но из-за высокой стоимости пока не получила широкого распространения.

В дополнение к высокому качеству получаемого стереоизображения в современных фильмах, рассчитанных на показ по технологии Dolby 3D, также используется и новая технология воспроизведения объемного звука Dolby Atmos (например, в фильме «Хоббит: Неожиданное путешествие» и в мультфильме «Храбрая сердцем»). Она действительно позволяет создать своего рода «звуковую атмосферу» – звук идет к зрителю с разных сторон, создавая впечатление четко локализованного источника звука, и максимально точно налагаются на видеоизображение. Чтобы обеспечить такое высокое качество звука, вокруг зрителей и на потолке закрепляется до 64 боксов с аудиоколонками.

Для справки:

Название технологии **Dolby** – это фамилия ученого и изобретателя **Рэя Долби** – основателя компании Dolby Laboratories Inc. Он родился в Портленде (Орегон) в 1933 году и с детства увлекался музыкой и киносъемкой. С 1953 года, работая в компании Ampex Corporation, принимал участие в создании первого в мире видеомагнитофона. В 1963 году, став советником ЮНЕСКО в Индии, Рэй Долби много путешествовал, пытаясь записывать на магнитофон традиционную индийскую инструментальную музыку и песни. Убедившись же в слишком низком качестве такой записи, Рэй задумался о способах улучшения качества звукозаписывающей техники. Вернувшись в Лондон, в мае 1965 года он основывает Dolby Laboratories и приступает к реализации своего изобретения – системы шумопонижения Dolby-A noise reduction. Вслед за ней последовал еще целый ряд разработок в области записи, кодирования и воспроизведения звука, в том числе технологии Dolby Surround и Dolby Stereo, а также разработок оборудования кодирования и декодирования цифрового видео, в числе которых профессиональные и домашние кинотеатры ProLogic и Dolby Digital, а в 1975 году – технология Dolby Stereo и затем – Dolby Digital 3D.

По материалам публикации
http://www.inthouse.ru/press/statyyy/Dolby%20Labs/Dolby.html

Как это работает?

Основой технологии Dolby 3D является **метод смешивания изображений с разными длинами волн** (**«stereoscopic visualisation tool by wavelength multiplex imaging»**), во многом родственный всем известному анаглифу (и также построенный на принципе спектрального разделения левого и правого кадров стереопары), но в отличие от «классической» анаглифической технологии сохраняющий всю цветовую гамму исходного изображения. Стереотехнология, используемая в Dolby 3D, разработана немецкой компанией **Infitec** (от «Interference filter technology» – «технологии, связанные с использованием интерференции») на основе более старой разработки Daimler Chrysler для систем виртуальной реальности, используемых при проектировании дизайна автомобилей. В 2006 году компания Infitec объединила усилия с Dolby Laboratories и результатом стала разработка технологии Dolby 3D.

Физические принципы метода смешивания изображений с разными длинами волн заключаются в следующем. Как известно, глаз человека обладает тремя типами рецепторов (чувствительных к свету клеток), «настроенных», соответственно, на восприятие красного, зеленого и синего цвета. (Отсюда берут начало всем известная «трехкомпонентная технология воспроизведения цвета» и технология цветового кодирования RGB.) При этом каждый тип рецепторов имеет различную чувствительность к световым волнам различных частот («спектр восприятия»), отраженную на графиках на рис. 1.

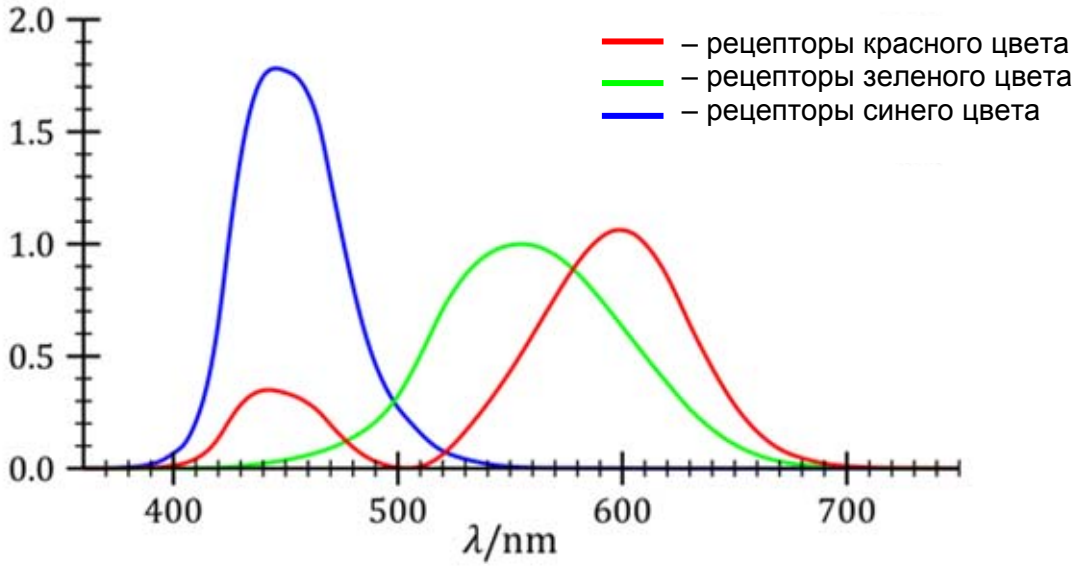


Рис. 1. Спектр восприятия зрительных рецепторов человека

Световую волну, частота которой соответствует пику спектра восприятия того или иного рецептора, человеческий глаз воспринимает как самую яркую (при одной и той же мощности излучения), а для частот по краям спектров восприятия субъективная яркость света соответственно снижается.

В обычном дисплее или обычном телевизоре каждому пикселю изображения соответствует триада точек, одна из которых светится красным светом, вторая – зеленым, а третья – синим. Если варьировать яркость свечения каждой из трех точек одного пикселя, то при рассматривании с некоторого расстоя-

ния (с которого мы обычно и разглядываем изображение на экране) эти три точки сливаются и дают соответствующий цветовой оттенок. А чтобы получить на экране некоторое цветное изображение, это изображение разбивается на пиксели и для каждого пикселя соответственно запоминаются три значения яркостей – для красного, зеленого и синего цвета.

В медиапроекторе же принцип получения изображения немного иной. В нем имеется только один источник света – лампа, дающая белый свет.

В более сложной конструкции (рис. 2) свет этой лампы распределяется на три потока при помощи зеркал, два из которых являются дихроичными (отражают свет только определенного спектра частот, пропуская все остальные световые волны) и за счет этого разделяют световые лучи по их цвету. В каждом потоке установлен отдельный прозрачный ЖК-экран, на котором соответственно выводится «красная», «зеленая» и «синяя» составляющие картинки (фактически – цветовые каналы, рис. 3). Три полученных монохромных изображения (черно-красное, черно-зеленое и черно-синее) затем смешиваются при помощи смесительной призмы и формируют тем самым полноцветную картинку (т.е. цветовой синтез осуществляется путем совмещения изображений трех основных цветов).

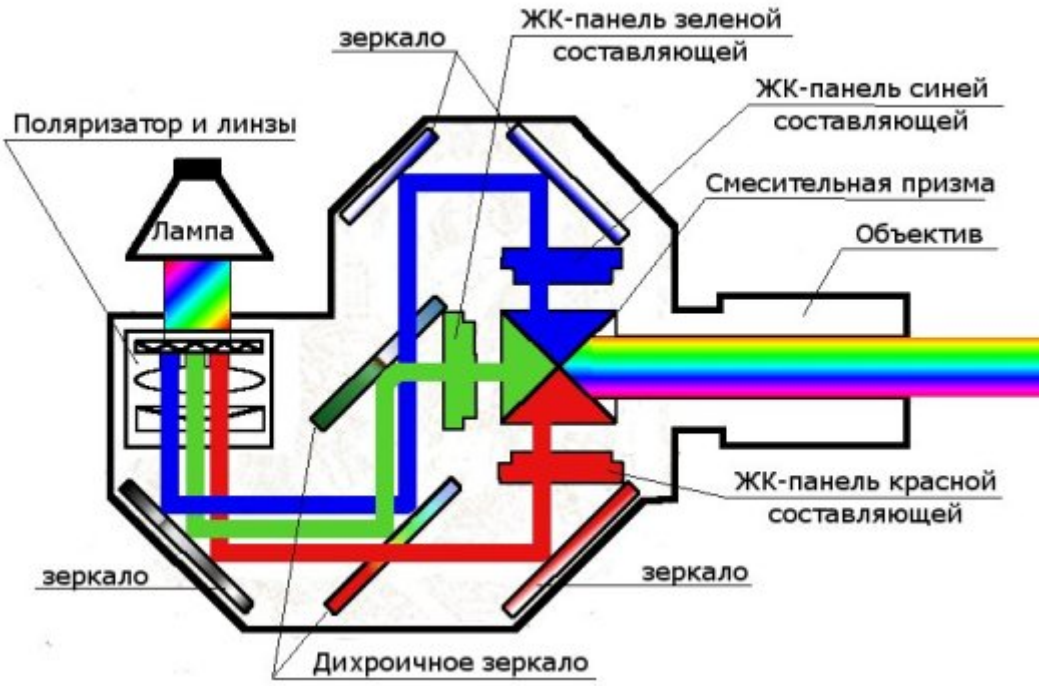


Рис. 2. Принцип работы LCD-медиапроектора с тремя ЖК-экранами (из книги: Вольхин К.А. Основы компьютерной графики – http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/l_kg/kg/r001/002_32.htm)

В современных проекторах принцип цветового синтеза немного проще (рис. 4). В них имеется только один ЖК-экран, на который по очереди выводятся «красная», «зеленая» и «синяя» составляющие картинки. Либо вместо экрана установлена так называемая **DLP-матрица** – набор микрозеркалец, наклон которых может меняться по командам встроенного микропроцессора. В результате каждое микрозеркальце соответствует одному пикселю монохромного изображения (рис. 5): оно либо отражает свет в объектив (тогда данный пиксель – светлый), либо отражает световой луч куда-то в сторону (тогда данный пиксель – темный).

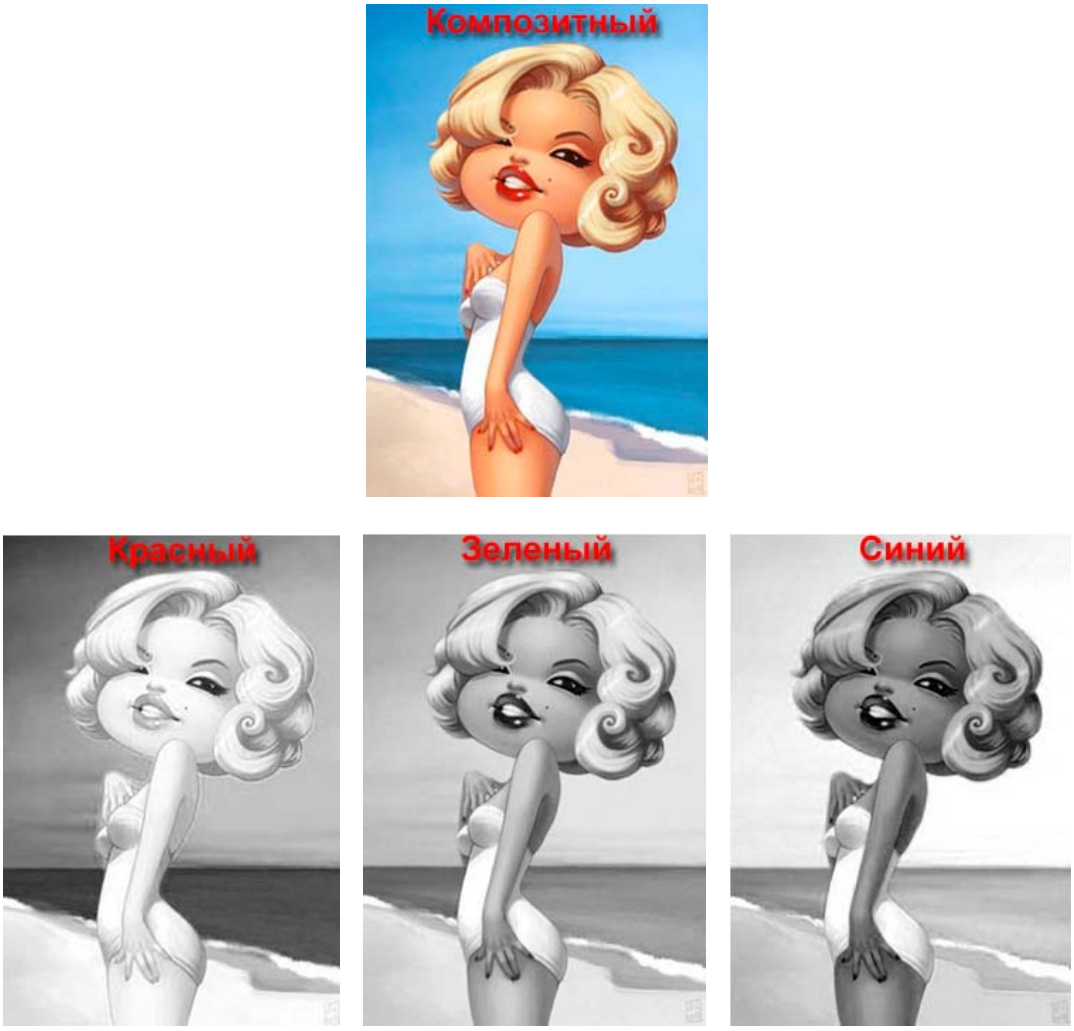


Рис. 3. Разделение исходного цветного изображения на цветовые каналы R, G, B

В итоге отраженный от DLP-матрицы свет несет в себе монохромное изображение, и при работе проектора на DLP-матрицу опять же по очереди выводятся «красная», «зеленая» и «синяя» составляющие картинки. А затем полученное монохромное изображение пропускается через вращающийся светофильтр – диск, три сектора которого представляют собой красный, зеленый и синий светофильтр (четвертый сектор – прозрачный, для вывода черно-белых изображений). Причем этот диск вращается синхронно со сменой изображений на DLP-матрице, так что выводимые на этой матрице «красная», «зеленая» и «синяя» составляющие картинки как раз и окрашиваются в соответствующие цвета. Смешивание же этих изображений происходит уже в глазах зрителя, у которого за счет инерционности зрения быстро мелькающие на экране красная, зеленая и синяя картинки сливаются в единое многоцветное изображение.

Вернемся теперь к технологии Dolby 3D. В ней, по сути, используется тот же принцип попеременной проекции изображений, окрашенных в различные «базовые» цвета, но здесь таких «базовых» цветов используется не три, а… шесть!

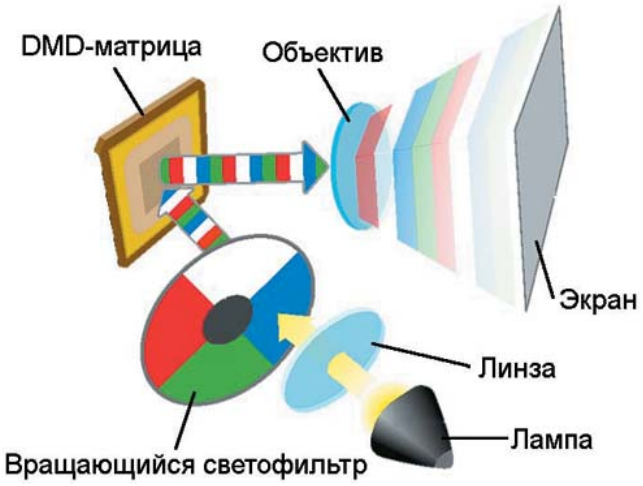


Рис. 2. Принцип работы DLP-медиапроектора
(http://www.multimediaprojector.ru/dlp-tehnologiya.jpg)

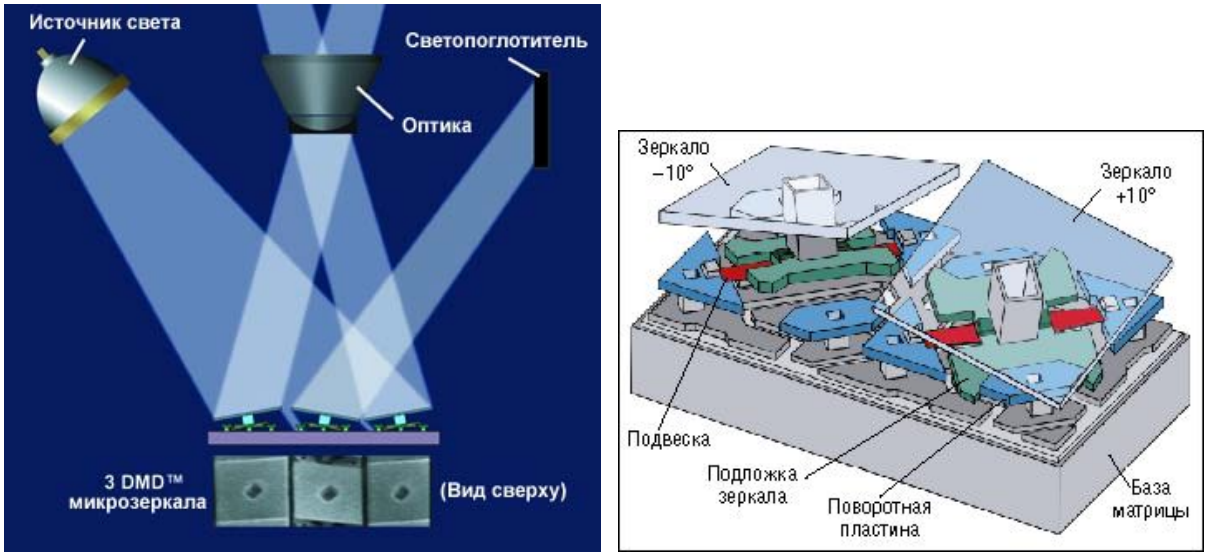


Рис. 5. Принцип работы DLP-матрицы (слева) и устройство DLP-матрицы
(справа, http://mikrobit.ru/upl/i_1063961900_dmd_mirrors.jpg)

В обычном проекторе каждый из основных цветов триады RGB имеет свою определенную частоту. Например, спектр излучения светового потока от медиапроектора может выглядеть так, как показано на графике на рис. 6.

Но можно ведь выбрать и другие рабочие частоты RGB – лишь бы они лежали в пределах соответствующих спектров восприятия рецепторов человеческого глаза! А затем обеспечить при помощи специальных очков «мультифильтрацию» по световым частотам – так, чтобы левый глаз видел «свой» красный цвет, а правый глаз – «свой» красный цвет (и аналогично – с зеленым и синим).

Очевидно, на цветовое качество изображений, получаемых для левого и для правого глаза, использование немного различных частот красного, зеленого и синего базовых цветов практически не повлияет – разве что чуть-чуть изменится общий оттенок. Но зато селекция при помощи специальных свето-

фильтров именно требуемых световых лучей (рис. 7) позволит разделить проецируемые на экран изображения левых и правых кадров стереопары именно так, как требуется для получения стереоэффекта: левый глаз будет видеть только левые кадры, а правый глаз – только правые.

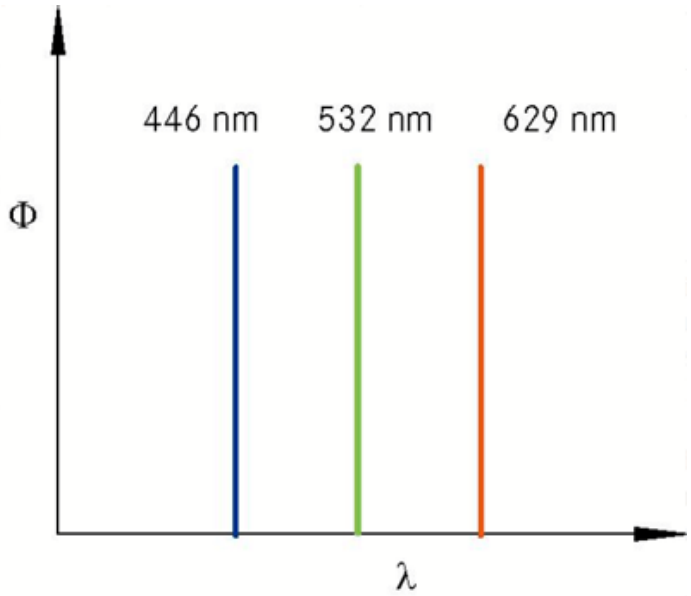


Рис. 6. Спектр излучения обычного проектора (http://geektimes.ru/post/78804)

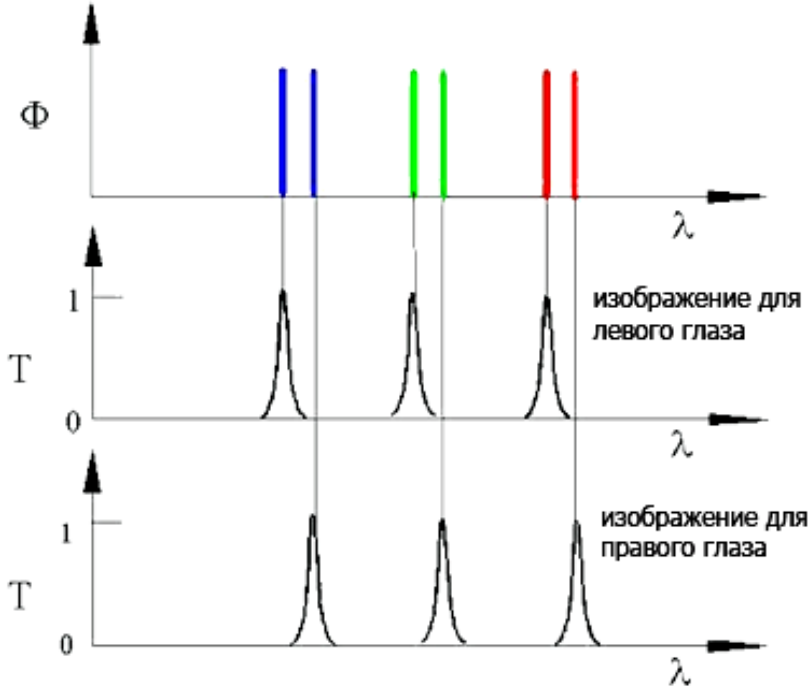


Рис. 7. Разделение левого и правого кадров стереопары при помощи «мультифильтрации» (http://geektimes.ru/post/78804)

Чтобы реализовать это на практике, требуется DLP-проектор, у которого вращающийся дисковый светофильтр имеет не три цветных сектора, а шесть: к трем обычным красному, зеленому и синему светофильтру добавляются еще три почти таких же, но с другими частотами пропускания. Соответственно, вращаться такой диск должен вдвое быстрее, равно как и вместо одного обычного «цветоделенного» видеокадра на DLP-матрице надо успеть вывести два – для левого и правого кадров стереопары.

Впрочем, можно сделать и проще. Обычный DLP-проектор снабжается еще одним диском-светофильтром (рис. 8), половинки которого, упрощенно говоря, немного смещают спектр излучения по частотам влево-вправо (т.е. немного доокрашивают изображение в голубой или розовый тон). Такой диск вращается с высокой скоростью – для каждого стереокадра он делает три оборота, т.е. при стандартной частоте 24 кадра в секунду диск вращается со скоростью 4320 оборотов в минуту (соответственно, и DLP-матрица проектора должна быть высокоскоростной – обеспечивающей более высокую скорость смены изображений, чем обычно, поэтому такой проектор стоит достаточно дорого). Специальное устройство синхронизирует вращение диска с работой проектора. А при необходимости этот диск можно отодвинуть в сторону, чтобы переключить проектор из режима 3D в обычный режим 2D.

Рис. 8. Вращающийся диск-светофильтр для проектора Dolby 3D (http://geektimes.ru/post/78804)

Можно, впрочем, вместо одного высокоскоростного проектора с вращающимся диском-светофильтром использовать два обычных проектора, установив перед их объективами требуемые светофильтры. Тогда проекция левого и правого кадра будет происходить одновременно, а на экране появится смешанное «право-левое» двоящееся изображение.

Зрителям же для просмотра такого стереоизображения раздают специальные очки со светофильтрами, напыленными на стеклах (рис. 9). Эти светофильтры выполняют разделение левых и правых кадров аналогично тому, как это происходит в поляризационной технологии.

Рис. 9. Очки Dolby 3D и результат их применения

В итоге вся технология стереовоспроизведения выглядит, как показано на рис. 10.

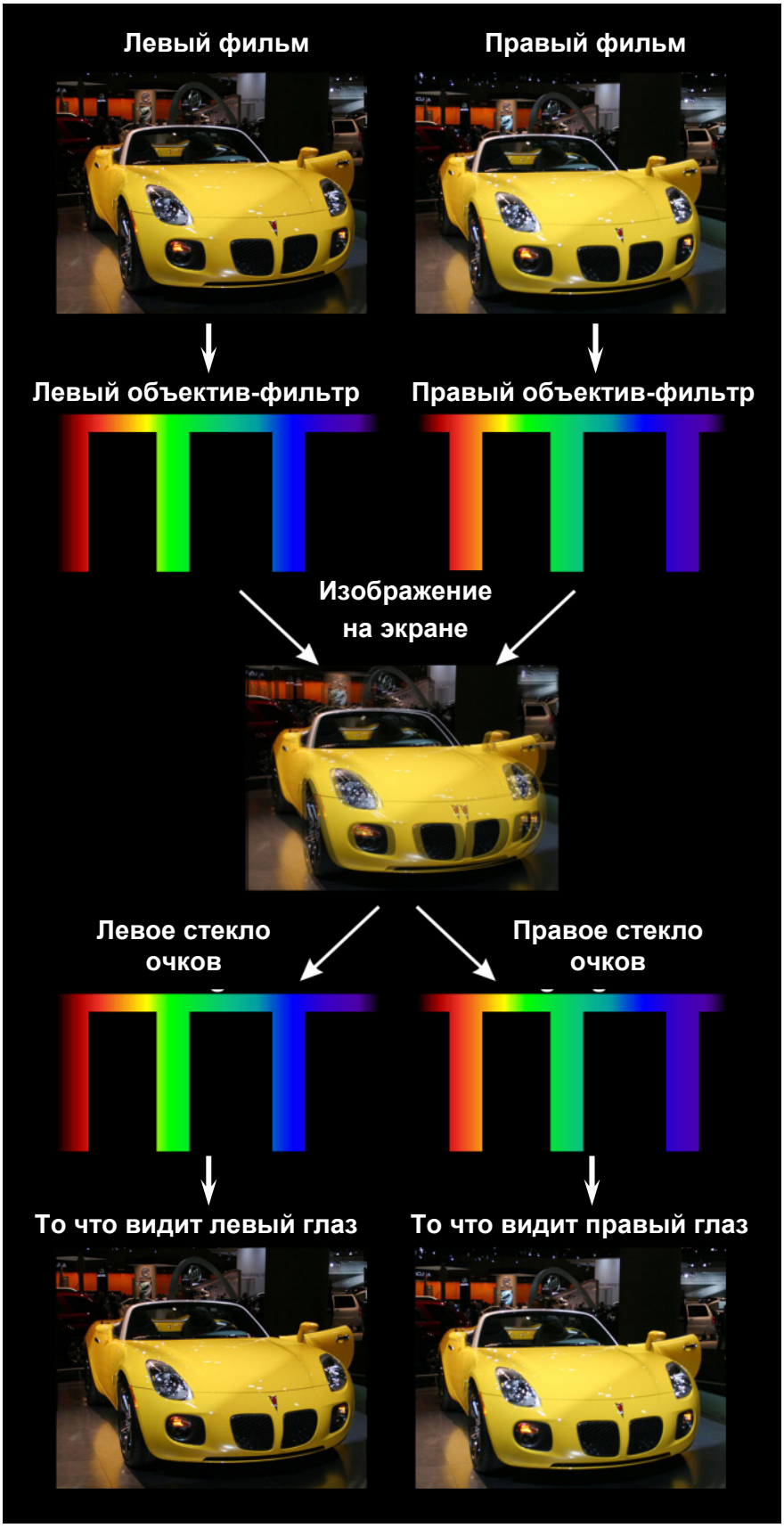


Рис. 10. Стереовоспроизведение в технологии Dolby 3D (http://ru.wikipedia.org/wiki/Dolby_3D)

Dolby 3D – дома?

А можно ли, хотя бы в самом простом варианте, реализовать технологию Dolby 3D в домашних условиях? Попытка это сделать описана в статье, опубликованной на сайте **http://torrents3d.ru/article/1004**. Авторы экспериментальной разработки использовали простейшую двухпроекторную схему, а светофильтры для установки перед объективами проекторов взяли из очков Dolby 3D (рис. 11)

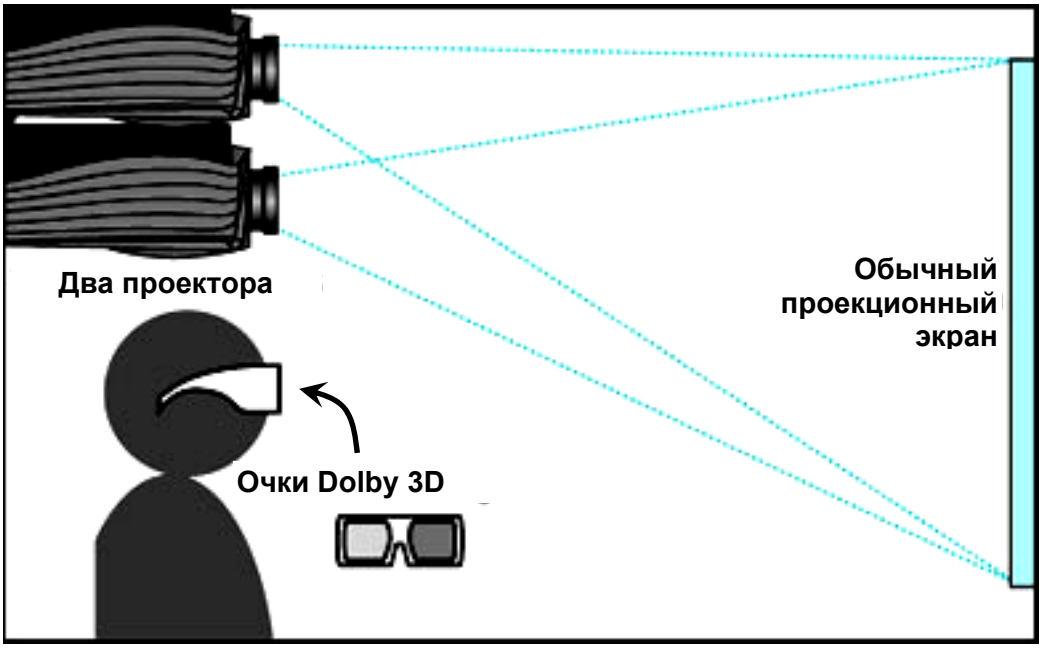


Рис. 11. Самодельная двухпроекторная система Dolby 3D (http://torrents3d.ru/article/1004)

Правда, при подготовке левого и правого кадра стереопары для проецирования через такую систему, потребовалось в графическом редакторе скорректировать цветопередачу («баланс белого»), чтобы скомпенсировать дисбаланс цветов из-за окрашивания изображения левым и правым фильтром. Но результат, как сообщают в своей статье авторы разработки, получился вполне удовлетворительным, а отсутствие необходимости в серебряном проекционном экране сделало такую систему более приемлемой по цене, чем поляризационная.

Источники:

http://ru.wikipedia.org/wiki/Dolby_3D,
http://geektimes.ru/post/78804,
http://torrents3d.ru/article/1004,
http://www.inthouse.ru/press/statyyy/Dolby%20Labs/Dolby.html

3D идея

«Осмотр со всех сторон» в 3D: как сделать?

Усенков Д. Ю.,
науч. сотр. Института информатизации образования Российской академии образования, Москва

Сегодня на многих интернет-сайтах (особенно часто – в различных интернет-магазинах) можно видеть уже не просто фотографии товара, а фотографии интерактивные: «ухватив» изображение мышью и перемещая мышь влево или вправо, можно «поворачивать» изображенный на картинке предмет, осматривая его со всех сторон. Например, такие интерактивные картинки имеются на страницах товаров в интернет-магазинах «МВидео» (рис. 1; для этого нужно в строке миниатюр под фото выбрать «кнопку» 360°), «Эльдорадо», «Связной» и многих других.

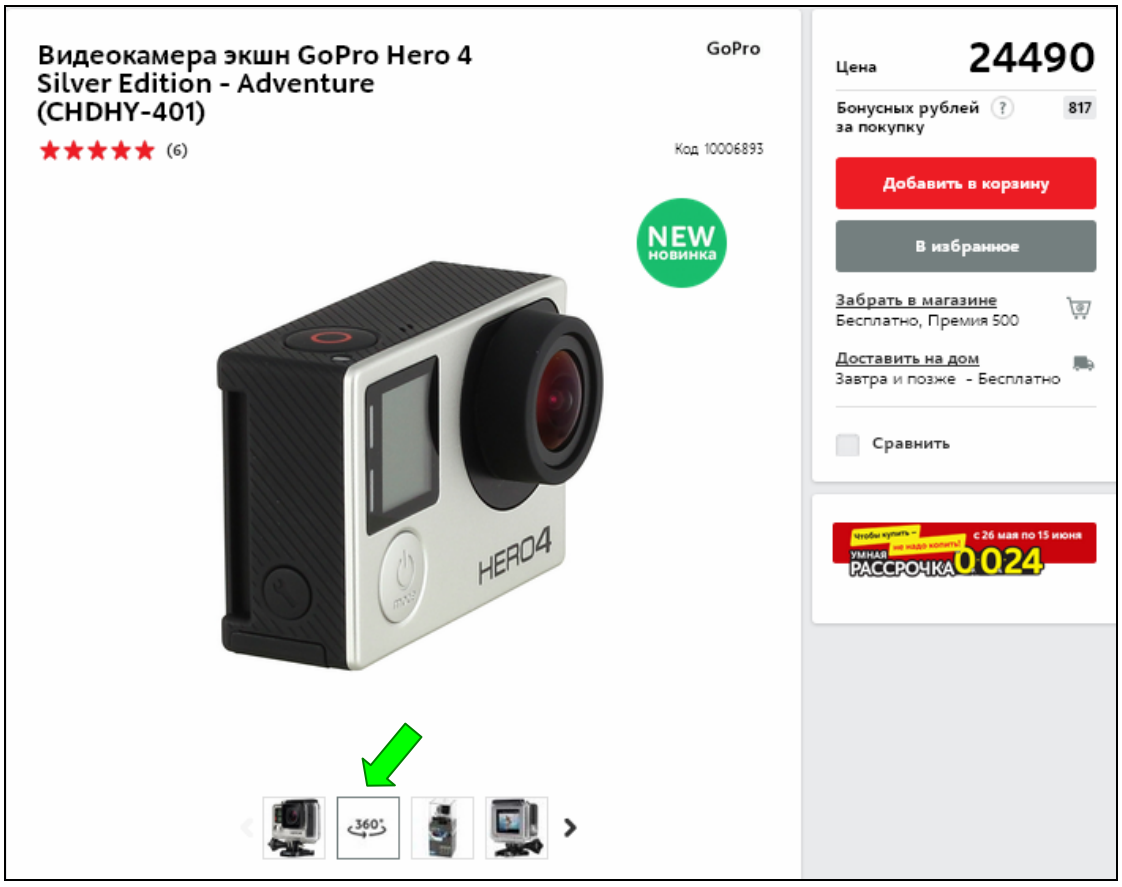


Рис. 1. «Интерактивная фотография» на сайте интернет-магазина «МВидео»

Основная идея здесь очевидна: предмет фотографируют со всех сторон (например, при помощи поворотного столика[1]), иногда добавляя также фотографии сверху и снизу либо делая несколько рядов фотографий по кругу под разным наклоном по высоте, а затем «собирают» полученные фотографии вместе так, что при соответствующих манипуляциях мышью (либо автоматически) фотографии демонстрируются поочередно по порядку, – в результате у пользователя создается впечатление, что объект «поворачивается» в соответствующую сторону.

Если немного покопаться в HTML-коде соответствующей web-страницы, то нередко можно найти там адрес папки, в которой хранятся эти «частичные фотографии», и имя файла одной из картинок, а затем, учитывая, что имена файлов для таких кадров обычно различаются только порядковым номером, можно при желании «вытащить» из Интернета все эти кадры по отдельности. Например, для «интерактивной фотографии», показанной на рис. 1, «раскладка» кадров будет такой (рис. 2; всего 36 кадров).

Рис. 2. «Раскладка» фотокадров для «интерактивной фотографии»

[1] Нередко для фотографирования предмета со всех сторон используются достаточно сложные электромеханические конструкции. В домашних же условиях в качестве такого поворотного столика отлично подойдет обычный диск для гимнастических упражнений типа «Грация», который легко (и недорого) можно купить в спортивных магазинах.

Как именно эти фотографии «сшиваются» в единый блок и как обеспечивается их правильная демонстрация, – зависит от конкретной программной реализации.

Самым первым экспериментом такого рода была **«технология QTVR»** (**QuickTime Virtual Reality**), разработанная компанией **Apple** на базе ее же видеоформата QuickTime еще в 1994 году. В QTVR предлагалось две инновационные по тем временам возможности – создание интерактивных фотопанорам (когда с помощью мыши можно было как бы «осматриваться по сторонам», протягивая перед собой вправо-влево и немного вверх-вниз кольцевую полосу из соединенных фотографий) и интерактивных «псевдоголограмм» –обсуждаемых нами «интерактивных фотографий» с осмотром заснятого предмета со всех сторон.

Другой вариант – создание **flash-ролика**, в котором отслеживаются манипуляции мышью и в заготовленном окне выводятся соответствующие кадры из имеющейся подборки. В этом случае преимуществом является компактность (всё – в одном файле), универсальность (в отличие от формата QTVR, для которого требуется специальный плеер, flash-плеер установлен практически у всех пользователей любого браузера), удобство «встраивания» в web-страницу, а также, отчасти, защита от копирования фотографий (хотя при желании при помощи специальных программ – декомпиляторов изображения нетрудно извлечь и из flash-ролика).

Наконец, еще один вариант, который сегодня используется всё чаще, в основном ради соблюдения мультиплатформности (т.е. возможности просмотра такого контента и на мобильных устройствах типа планшетов и смартфонов, где flash-плеера может и не быть), – это применение **Java-скриптов** либо **Java-апплетов**. В этом случае на сайте в отдельной папке хранятся подборки фотографий, образующих «раскладку» кадров для «интерактивной фотографии», на web-странице в отведенном для этого месте демонстрируется первый кадр, а далее, когда компьютер воспринимает соответствующие манипуляции мышью, вместо этого первого кадра по очереди «подставляются» требуемые другие кадры.

(Для «посвященных в таинства JavaScript» укажем, что для этого данному объекту-иллюстрации присваивается собственное имя – при помощи параметров **`CLASS`**, **`NAME`** или **`ID`** в теге **`<img>`**, а в Java-скрипте используется обращение к свойству **`SRC`** этого объекта, хранящему полный URL данного графического файла на сервере. В качество нового значения свойства **`SRC`** записывается требуемый новый URL и в результате браузер показывает в указанном месте web-страницы нужное фото. Таким способом при помощи JavaScript делается множество эффектов, основанных на замене одних изображений на другие; при желании более подробную информацию читатели могут найти в Интернете.)

А теперь перейдем к тому, почему описание вышеуказанных технологий появилось в нашем журнале. То, что мы до этого момента называли «интерактивной фотографией» (или же «псевдоголограммой»), сегодня очень часто именуют «3D-изображениями». Хотя, конечно, каждый из нас понимает, что это – никакое не 3D, а только лишь его имитация, «псевдо-3D».

Можно ли исправить эту несправедливость и превратить «псевдо» в полноценное 3D? Ответ – безусловно, да! И более того, сделать это можно сразу несколькими способами.

Самое простое – отснять при помощи стереофотоаппарата (и, конечно, поворотного столика) набор стереопар, изображающих требуемый предмет со всех сторон. Обработав полученные стереопары, мы получим набор графических файлов, на которых наш предмет заснят с различных ракурсов по кругу (это могут быть перекрестные стереопары либо анаглифы). А далее с этими стереопарами можно поступить точно так же, как с обычными кадрами «раскладки» интерактивного «псевдо-3D»: воспользоваться Java-скриптом для их упорядоченной демонстрации, «загнать» их в flash-ролик и т.д. Кстати, для этого существуют специальные программы – «сшиватели» фотографий, часто – те же самые, которые используются и для «сшивки» фотопанорам. Пример – программа **Object2VR** (разработчик – **Garden Gnome Software**, **http://ggnome.com/object2vr**; на указанном сайте доступна для скачивания полнофункциональная тестовая версия, единственным ограничением которой являются накладываемые на созданное изображение «водяные знаки»). Программа Object2VR специально предназначена для создания «интерактивных фотографий» с диапазоном осмотра 360° из серии изображений объекта, снятых из разных углов и ракурсов, и позволяет создать «ролик» по выбору пользователя в форматах Flash, HTML5 и QTVR.

Очевидно, что при тех же программных средствах, обеспечивающих последовательную смену «2D» фотокадров, мы, используя вместо исходных фотографий стереопары, получим на экране компьютера точно так же вращаемую при помощи мыши анаглифическую стереокартинку либо два синхронно вращаемых мышью изображения, составляющих в каждый момент времени стереопару для рассматривания перекрестным способом.

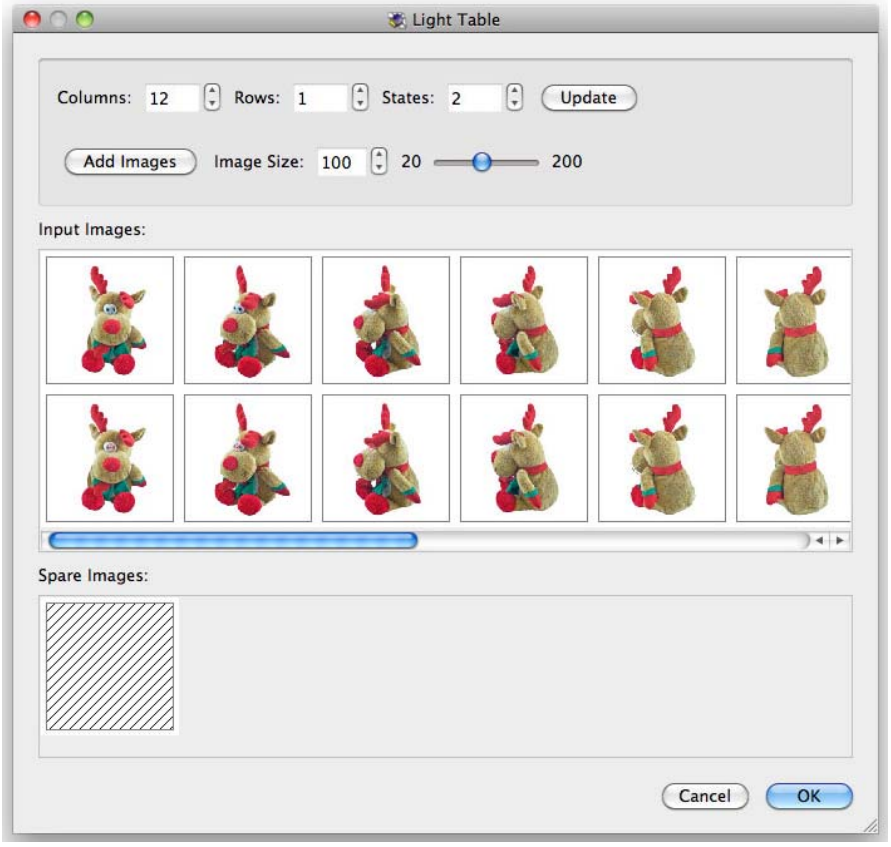


Рис. 3. Программа Object2VR для «сшивки» набора кадров в «интерактивную фотографию» (илл. с сайта Garden Gnome Software)

Но – внимание! – нужно ли нам для получения подобной вращающейся стереокартинки фотографировать стереопары?

Вспомним, как выполняется съемка стереофотографий при помощи обычного, однообъективного фотоаппарата, не оснащенного никакими специальными оптическими приставками. Если требуется сфотографировать какой-то крупный объект, например, памятник или здание, то используется всем известный метод «шаг влево – шаг вправо». А вот для фотографирования небольшого объекта (при стереомакросъемке) этот объект обычно… поворачивают на небольшой угол вправо-влево относительно неподвижного фотоаппарата.

Однако постойте – разве не то же самое происходит при съемке последовательности обычных «моно-кадров» при вращении объекта на поворотном столике?

Именно так! Поэтому, если у нас имеется последовательность кадров «раскладки» обычной «интерактивной фотографии», то у нас априори есть и все необходимые стереопары – в качестве таковых можно выбрать кадры с соседними порядковыми номерами (для самого первого кадра парным будет самый последний и наоборот). Если, например, съемка велась при вращении объекта перед фотоаппаратом против часовой стрелки, то каждые два соседних кадра дают перекрестную стереопару, а если объект при съемке вращался по часовой стрелке, то стереопара будет прямой. Правда, «глубина» получаемого стереоэффекта при этом зависит от того, какой «угловой шаг» был выбран при съемке (т.е. на какой угол объект поворачивали между соседними кадрами). Например, в «раскладке» кадров на рис. 2 «угловой шаг» был выбран достаточно большим, так что любая пара соседних кадров из этого набора фотографий дает стереопару с довольно выраженным «эффектом гиперстерео». Это следует учитывать, если вы будете самостоятельно выполнять подобную съемку, а возможно, потребуется немного поэкспериментировать. Так что для воспроизведения уже имеющейся «моно-интерактивной фотографии» в формате стерео нам достаточно лишь изменить программу, выводящую кадры на экран. Например, достаточно выводить рядом сразу два кадра с номерами **`n`** и **`n+1`**, которые будут давать перекрестную стереопару, а затем увеличивать или уменьшать номера отображаемых фотокадров на 1 (соответственно, когда слева выводится последний кадр подборки, справа от него надо вывести первый).

Рис. 4, *а*. Перекрестная стереопара, полученная из двух соседних кадров «раскладки», показанной на рис. 2 (фото №№ 014 и 015)

Рис. 4, *б*. Анаглиф, полученный из двух соседних кадров «раскладки», показанной на рис. 2 (фото №№ 014 и 015)

Чтобы реализовать такой показ кадров, несложно написать Java-скрипт (вместе с html-кодом простейшей web-страницы, на которой будет выводиться наша «стереовращалка»).

1 ■ В HTML-коде размещаем по центру таблицу из двух столбцов и двух строк. В двух верхних ячейках (левой и правой) будут выводиться кадры перекрестной стереопары. Обратим внимание: в тегах **<table>** и **<td>** записаны параметры **id** с именами (идентификаторами) всей таблицы и ее первых двух ячеек (эти записи в коде выделены зеленым маркером). В тегах же **<img>** размещены параметры **name** с именами, присвоенными соответствующим изображениям. Позже эти имена позволят нам обращаться из скрипта к указанным объектам web-страницы.

```
<center>
<table id="worktable" border=0 width=100%>
 <tr> <!-- место вывода стереопары -->
   <td id="workleft" width=50% align=right valign=top>
     <img src="images/1.jpg" name="imleft">
        
   </td>
   <td id="workright" width=50% align=left valign=top>
        
     <img src="images/2.jpg"  name="imright">
   </td>
 </tr>
```

2 ■ В двух нижних ячейках создаем кнопки, щелчок мышью на которых (событие **onclick**) вызывает «поворот» 3D-объекта на один «шаг» влево или вправо, реализуемый соответственно при помощи скриптовых функций **ToLeft()** и **ToRight()**.

```
  <tr> <!-- управляющие кнопки -->
    <td width=50% align=right valign=middle>
      <INPUT TYPE="button"
       value="&lt;&lt;&lt;  Влево  "
       onclick="ToLeft()">
    </td>
    <td width=50% align=left valign=middle>
      <INPUT TYPE="button"
       value="  Вправо  &gt;&gt;&gt;"
       onclick="ToRight()">
    </td>
  </tr>
 </table>
 </center>
```

3. В конце HTML-кода размещаем собственно Java-скрипт, в начале которого записываются значения, определяющие параметры работы нашей «вращалки» (в том числе местоположение кадров «раскладки» 3D-объекта и имена графических файлов, соответствующих этим кадрам).

При этом предполагается следующее:

- Все кадры «раскладки» для данного 3D-объекта хранятся в одной папке с некоторым именем, которое записывается как значение переменной **papka**. Сама эта папка вложена в тот же самый каталог, в котором находится данный html-файл web-страницы.
- Все кадры имеют некоторое «типовое» начало имени, завершаемое двузначным порядковым номером (соответственно, однозначные номера – от **0** до **9** – в именах файлов дополняются слева нулем). Например, возможны имена файлов **foto_cam0001**, **foto_cam0002**, **foto_cam0003** и т.д. Порядок завершающих имя номеров соответствует порядку следования кадров при повороте объекта во время съемки. Начальный и конечный номера кадров могут быть любыми (не более **99**), соответствующие значения номеров первого и последнего кадра «раскладки» записываются в переменные **n0** и **nk** (для номеров от **0** до **9** предваряющий нуль здесь не записывается!), а вся неизменная часть имен файлов до двух последних символов порядкового номера (в приведенном выше примере – это **foto_cam00**) считается «префиксом» имени и записывается в переменную **prename**.
- Расширение графических файлов, соответствующих кадрам «раскладки», может быть любым, допустимым для web-страницы (**jpg**, **jpeg**, **png**, **gif**). Это расширение (вместе с предшествующей ему точкой) записывается в переменную **sign**.
- Изначально на web-странице будут отображены кадры с номерами, равными **n0** (левый кадр стереопары, соответствующая переменная – **nleft**) и **n0+1** (правый кадр, соответствующая переменная – **nright**), т.е. в соответствии с ранее заданным значением переменной **n0**, изначально будут отображены первый и второй кадры.

```
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
<!--
  n0 = 1; // начальный номер рисунков
  nk = 36; // конечный номер рисунков
  papka = "fotos"; // вложенная папка, в которой лежат
                   // все рисунки
  prename = "0";   // начало имени графических файлов
                   // (перед порядковым номером)
  sign=".jpg";     // расширение граф.файлов
  nleft = n0;      // изначально левый (основной)
                   // по первому кадру
  nright = n0+1;   // изначально правый - следующий
                   // по номеру после левого
```

4. Следующая операция, которую выполняет Java-скрипт сразу же после открытия данной web-страницы, – это автоподстройка ширины таблицы, в которой отображаются кадры «вращалки». При этом вся ширина таблицы берется равной текущей ширине окна браузера (`document.body.clientWidth`), а ширина правой и левой ячеек с кадрами устанавливается равной половине ширины окна браузера.

```
  allw = document.body.clientWidth;
                          // Ширина окна браузера в пикселях
  document.getElementById('worktable').style.width=allw;
                          // таблицу - на всю ширину окна
  document.getElementById('workleft').style.width =
                                    Math.floor(allw/2)+'px';
                     // ячейки - ровно половина ширины таблицы
  document.getElementById('workright').style.width =
                                    Math.floor(allw/2)+'px';
```

5. Теперь (тоже сразу же после открытия web-страницы) скрипт формирует требуемые значения свойства `src` объектов-иллюстраций, соответствующих первому и второму кадрам. При этом сначала номер кадра (если он однозначный) дополняется нулем до двухзначного, а затем из значений переменных формируется запись относительного пути к этим кадрам и их имен, которая присваивается в качестве значения параметра `src` в соответствующих тегах `<img>`.

```
  nl=n0; nr=n0+1; // исходные номера кадров
  if ( nl < 10 ) { nln="0"+nl; } else { nln=nl; }
                        // добавление нуля в однозначный номер
  if ( nr < 10 ) { nrn="0"+nr; } else { nrn=nr; }
  document.imleft.src = papka+"/"+prename+nln+sign;
  document.imright.src = papka+"/"+prename+nrn+sign;
```

6. Функция **ToLeft()** вызывается при щелчке мышью на кнопке «поворот влево». Вначале в ней определяются новые номера левого и правого кадров, меньшие на единицу. При этом также учитывается, что если левый кадр был в «раскладке» самым первым, то для «поворота объекта влево» этот кадр надо заменить на последний в «раскладке» («замкнуть последовательность в кольцо»), а если левый кадр – последний в «раскладке», то парным ему правым будет первый в «раскладке». Далее однозначный номер, как и ранее, дополняется нулем до двухзначного, а потом из значений переменных формируется запись пути и имени файлов кадров и соответственно меняется значение параметра **src** в тегах **<img>**.

```
function ToLeft(){
  if (nleft == n0) {nleft=nk; }
                          // если текущий левый - первый,
                          // то следующий влево - последний
  else { nleft=nleft-1; }
                          // иначе уменьшаем его номер на 1

  if (nleft == nk) { nright=n0; }
                          // если левый - последний,
                          // парой ему будет первый
  else { nright=nleft+1; }
                          // иначе парой будет следующий
                          // по порядку

  if ( nleft < 10 ) { nleftn="0"+nleft; }
     else { nleftn=nleft; }
                       // добавление нуля в однозначный номер
  if ( nright < 10 ) { nrightn="0"+nright; }
     else { nrightn=nright; }

  document.imleft.src = papka+"/"+prename+nleftn+sign;
  document.imright.src = papka+"/"+prename+nrightn+sign;
  return true;
}
```

7. Функция **ToRight()** вызывается при щелчке мышью на кнопке «поворот вправо». Она полностью аналогична только что рассмотренной функции «поворота влево», но здесь новые номера левого и правого кадров увеличиваются на единицу, а если если левый кадр был в «раскладке» самым последним, то для «поворота объекта вправо» он заменяется на первый в «раскладке».

```
function ToRight(){
  if (nleft == nk) {nleft=n0; }
                         // если текущий левый - последний,
                         // то следующий вправо - первый
```

```
    else { nleft=nleft+1; }
                          // иначе увеличиваем его номер на 1

    if (nleft == nk) { nright=n0; }
                          // если левый - последний,
                          // парой ему будет первый
    else { nright=nleft+1; }
                          // иначе парой будет следующий
                          // по порядку

    if ( nleft < 10 ) { nleftn="0"+nleft; }
      else { nleftn=nleft; }
                        // добавление нуля в однозначный номер
    if ( nright < 10 ) { nrightn="0"+nright; }
      else { nrightn=nright; }

    document.imleft.src = papka+"/"+prename+nleftn+sign;
    document.imright.src = papka+"/"+prename+nrightn+sign;
    return true;
  }

//  -->
</SCRIPT>
```

В целом полная запись HTML-кода web-страницы вместе с текстом Java-скрипта будет следующей:

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
   <head>
  <META content="text/html; charset=windows-1251"
http-equiv=Content-Type>
   </head>
   <body>

   <center>
   <table id="worktable" border=0 width=100%>
   <tr> <!-- место вывода стереопары -->
   <td id="workleft" width=50% align=right valign=top>
<img src="images/1.jpg" name="imleft">   </td>
   <td id="workright" width=50% align=left valign=top>
   <img src="images/2.jpg" name="imright"></td>
   </tr>
   <tr> <!-- управляющие кнопки -->
   <td width=50% align=right valign=middle>
       <INPUT TYPE="button"
value="&lt;&lt;&lt;  Влево  "
onclick="ToLeft()">
   </td>
```

```
   <td width=50% align=left valign=middle>
       <INPUT TYPE="button"
value="  Вправо  &gt;&gt;&gt;"
onclick="ToRight()">
   </td>
   </tr>
   </table>
   </center>

<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
<!--

  n0 = 1; // начальный номер рисунков
  nk = 36; // конечный номер рисунков
  papka = "fotos";
  // вложенная папка, в которой лежат все рисунки
  prename = "0";
  // начало имени графических файлов
  // (перед порядковым номером)
  sign=".jpg"; // расширение граф.файлов
  nleft = n0;  // изначально левый (основной) по первому кадру
  nright = n0+1;
  // изначально правый - следующий по номеру после левого

  allw = document.body.clientWidth;
  // Ширина окна браузера в пикселях
  document.getElementById('worktable').style.width=allw;
  // таблицу - на всю ширину окна
  document.getElementById('workleft').style.width =
Math.floor(allw/2)+'px';
// ячейки - ровно половина ширины таблицы
  document.getElementById('workright').style.width =
Math.floor(allw/2)+'px';

  nl=n0; nr=n0+1; // исходные номера кадров
  if ( nl < 10 ) { nln="0"+nl; } else { nln=nl; }
  // добавление нуля в однозначный номер
  if ( nr < 10 ) { nrn="0"+nr; } else { nrn=nr; }
  document.imleft.src = papka+"/"+prename+nln+sign;
  document.imright.src = papka+"/"+prename+nrn+sign;

  function ToLeft(){
    if (nleft == n0) {nleft=nk; }
// если текущий левый - первый, то следующий влево - последний
    else { nleft=nleft-1; }
// иначе уменьшаем его номер на 1

    if (nleft == nk) { nright=n0; }
// если левый - последний, парой ему будет первый
```

```
    else { nright=nleft+1; }
// иначе парой будет следующий по порядку
    if ( nleft < 10 ) { nleftn="0"+nleft; }
else { nleftn=nleft; }
    // добавление нуля в однозначный номер
    if ( nright < 10 ) { nrightn="0"+nright; }
else { nrightn=nright; }

    document.imleft.src = papka+"/"+prename+nleftn+sign;
    document.imright.src = papka+"/"+prename+nrightn+sign;
    return true;
  }

  function ToRight(){
    if (nleft == nk) {nleft=n0; }
// если текущий левый - последний, то следующий вправо - первый
    else { nleft=nleft+1; }
// иначе увеличиваем его номер на 1

    if (nleft == nk) { nright=n0; }
// если левый - последний, парой ему будет первый
    else { nright=nleft+1; }
// иначе парой будет следующий по порядку

    if ( nleft < 10 ) { nleftn="0"+nleft; }
else { nleftn=nleft; }
    // добавление нуля в однозначный номер
    if ( nright < 10 ) { nrightn="0"+nright; }
else { nrightn=nright; }

    document.imleft.src = papka+"/"+prename+nleftn+sign;
    document.imright.src = papka+"/"+prename+nrightn+sign;
    return true;
  }

//  -->
</SCRIPT>

   </body>
</html>
```

В этом скрипте предполагается, что наши кадры «раскладки» расположены в папке `fotos` и имеют имена `001.jpg`, `002.jpg`, `003.jpg` … `036.jpg`. После открытия данной web-страницы в браузере (опробовано в **Google Chrome**, **Firefox** и **Internet Explorer**) в окне браузера появится следующее изображение в виде перекрестной стереопары (рис. 5).

Щелкая мышью на кнопках «**<<< Влево**» и «**Вправо >>>**», можно поворачивать наш 3D-объект в соответствующих направлениях.

Рис. 5. Результат работы скрипта
для реализации «осмотра со всех сторон» 3D-объекта

При желании можно поменять манипуляцию мышью, используемую для вращения объекта, – например, делать это не по щелчку мышью на кнопках, а по движениям курсора мыши поверх этих кнопок. Для этого потребуется только в HTML-коде поменять название события **onclick** на **onmousemove**:

```
<tr> <!-- управляющие кнопки -->
<td width=50% align=right valign=middle>
    <INPUT TYPE="button"
       value="&lt;&lt;&lt;  Влево  "
       onmousemove="ToLeft()">
</td>

<td width=50% align=left valign=middle>
    <INPUT TYPE="button"
       value="  Вправо  &gt;&gt;&gt;"
       onmousemove="ToRight()">
</td>
</tr>
```

Те, кто умеет программировать на JavaScript, могут внести в приведенный выше код и другие изменения.

Например, можно реализовать повторные вызовы функции **ToLeft()** либо **ToRight()** с заданной задержкой при помощи рекурсивного вызова «таймерной» функции, отслеживая факт нахождения курсора мыши на соответствующей кнопке («влево» или «вправо») через отлов соответствующих событий **onmouseover** и **onmouseout**.

Можно вообще убрать кнопки и отслеживать манипуляции мышью непосредственно над кадрами выводимой стереопары (например, определять координаты курсора мыши и в случае уменьшения координаты **x** в ходе перемещения курсора мыши влево соответственно и «поворачивать» 3D-обьект влево, а при увеличении значения координаты **x** – «поворачивать» 3D-объект вправо).

Можно (при условии, что кадры заведомо больше по ширине, чем половина ширины окна браузера, и имеют горизонтальное расположение) реализовать автоматическое масштабирование кадров при их выводе на web-страницу, и т.д.

Всё это мы оставляем читателям для самостоятельного экспериментирования.

Впрочем, реализацию описанного выше «3D-стерео с осмотром со всех сторон» можно считать просто одним из любопытных экспериментов. Но не более, поскольку можно ожидать, что в самое ближайшее время, в связи с все более широким распространением 3D-сканеров, на смену QTVR придут действительно полноценные 3D-модели. Такую 3D-модель тоже можно будет произвольно вращать мышью на экране (соответствующие программы для просмотра 3D-моделей уже существуют), но в этом случае возможности «осмотра со всех сторон» уже не будут ограничиваться количеством отснятых фотокадров. А при желании можно будет реализовать и вывод этой 3D-модели в качестве стереоскопического изображения по любой технологии (стереопара, анаглиф, просмотр при помощи поляризационной или растровой технологии на соответствующем 3D-оборудовании и т.п.). Вероятно, подобные 3D-модели будут создаваться и полностью интерактивными – с возможностью не только осматривать в интернет-магазине то или иное устройство, но даже и «разбирать» его или «пользоваться» им, нажимая на нем кнопки и наблюдая, что при этом должно происходить.

Как сделать в домашних условиях 3D-сканер из приставки Kinect, мы уже знаем (об этом было рассказано в №4 нашего журнала за 2014 год). Вообще же создать 3D-модель для почти любого предмета можно, и не имея 3D-сканера. Для этого всё те же фотографии «раскладки» 3D-объекта, отснятые с него при помощи поворотного столика (разве что в большем количестве), нужно загрузить в одну из специальных программ, воссоздающих 3D-модель объекта по его фотографиям. Примерами таких программ являются **Autodesk 123D Catch** и **Strata Foto 3D**. Впрочем, это – отдельная тема, заслуживающая отдельного обсуждения, и к ней мы обязательно вернемся в одном из следующих выпусков журнала.

Приглашаем авторов!

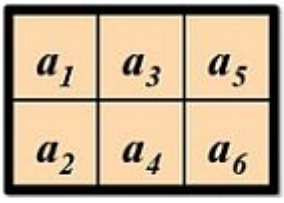
Редакция журнала «Мир 3D / 3D World» приглашает всех, кто использует 3D-технологии в своей работе, рассказать об этом нашим читателям.

Присылайте свои материалы по адресу e-mail:
mir-3d-world@yandex.ru

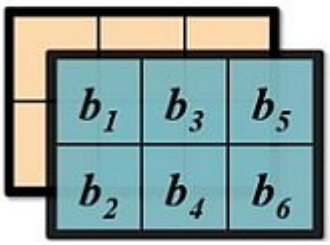
Недорогой способ увеличения разрешения шлемов виртуальной реальности от NVIDIA

ЖК-матрицы высокого разрешения достаточно сложны в производстве и достаточно дороги. Поэтому в большинстве смартфонов устанавливаются ЖК-экраны со средними значениями разрешения. Для обычного использования этого может быть вполне достаточно, а вот при использовании смартфона в качестве устройства отображения стереоконтента в виртуальных шлемах (таких как Oculus Rift или российский Fibrum, о котором было рассказано в № 3 за 2015 год) более высокое разрешение экрана становится критичным параметром. Однако даже высококачественный шлем виртуальной реальности может не стать популярным при слишком высокой стоимости.

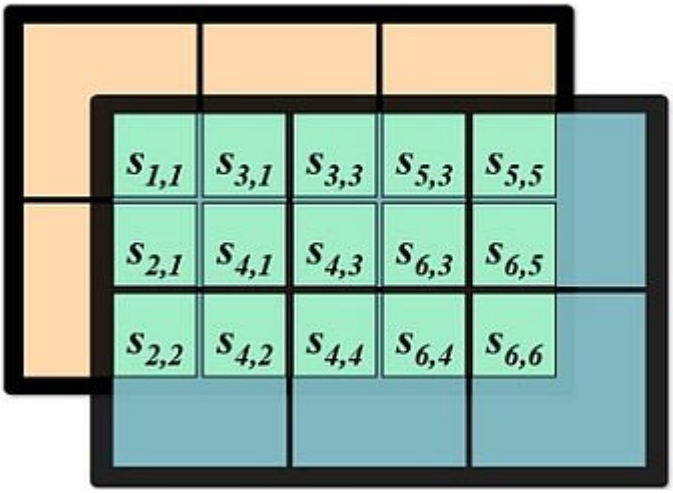
Решить эту дилемму достаточно сложно (по крайней мере пока производство ЖК-матриц высокой четкости не станет более дешевым). Чаще всего разработчики вынуждены идти на различные компромиссы, что не лучшим образом сказывается на качестве виртуального изображения. Однако компания NVIDIA нашла недорогой способ учетверить эффективное разрешение и удвоить частоту обновления дисплеев, используя стандартные недорогие матрицы и специальное программное обеспечение. Секрет новой технологии прост: используется своеобразный «бутерброд» из двух ЖК-панелей («каскадный дисплей»), одна из которых сдвинута относительно другой на четверть пикселя:



Обычный ЖК-дисплей



«Каскадный» ЖК-дисплей

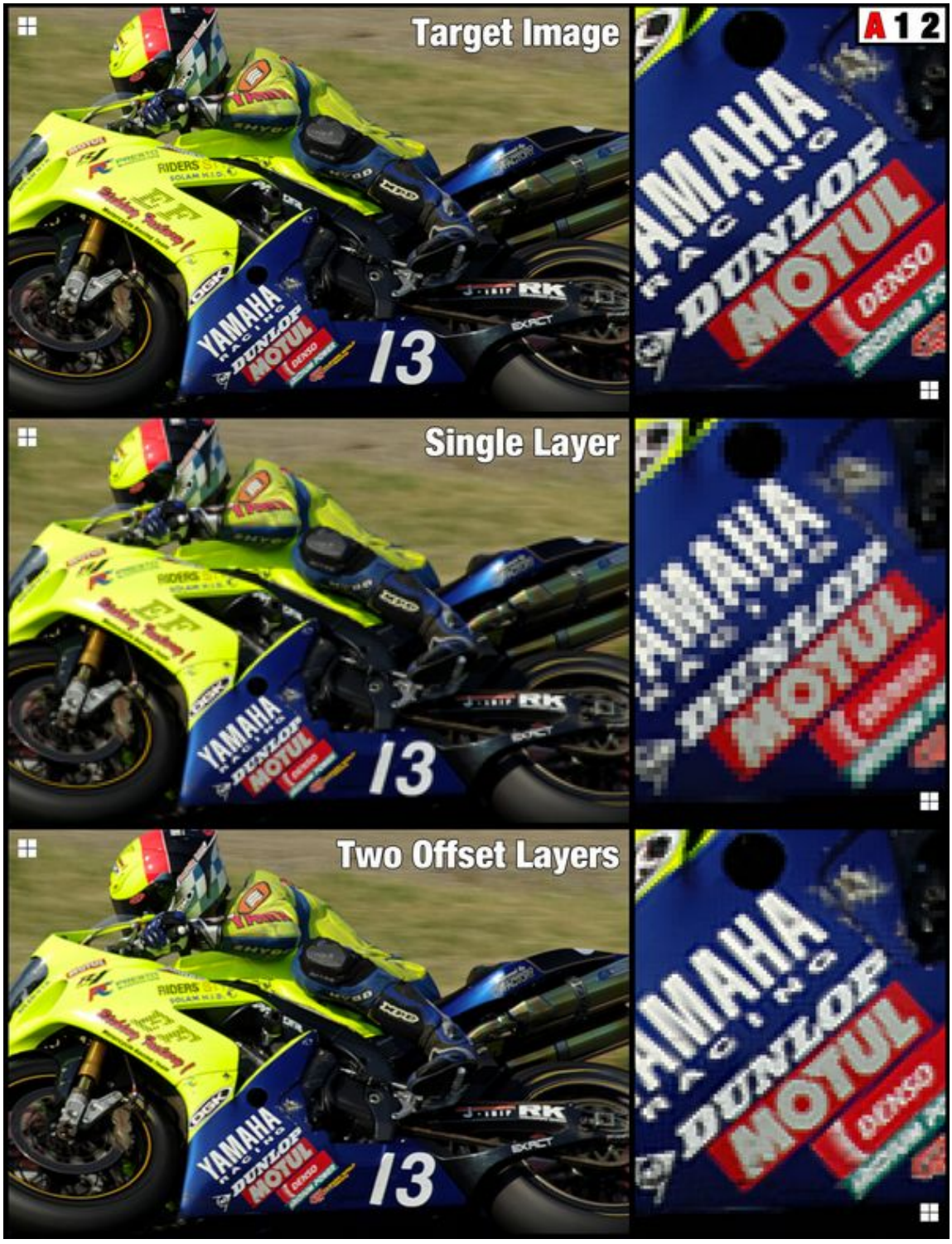


Фрагмент «субпиксельного» изображения

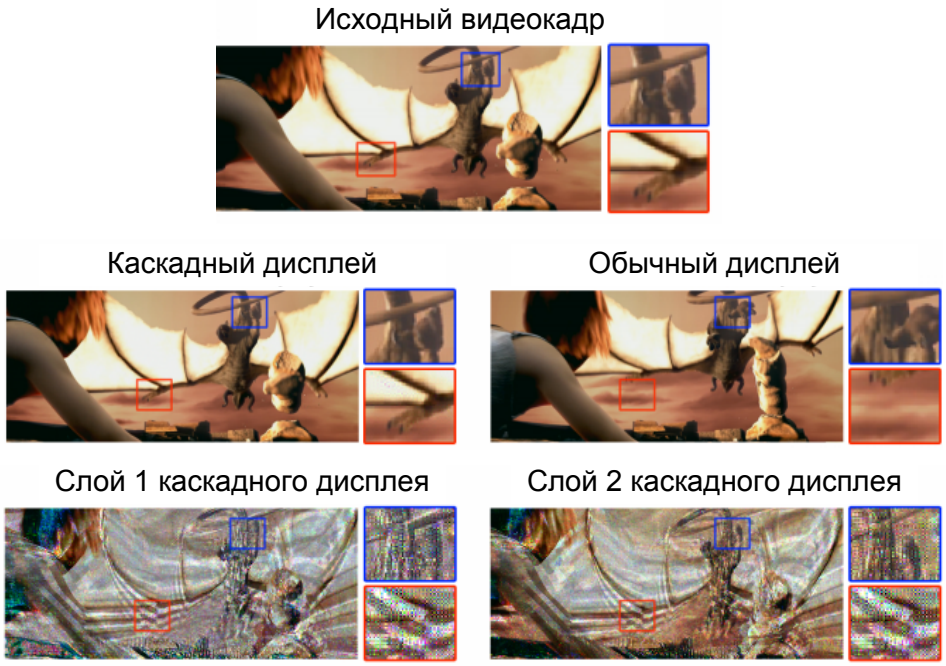
Принципы работы технологии от NVIDIA

Некоторая сложность этой технологии – в том, что для увеличения плотности пикселей необходимо специальное управляющее программное обеспечение, заставляющее служить каждый пиксель передней панели своеобразным затвором для «кластера» из четырех пикселей задней панели.

В эксперименте, проведённом исследовательским отделом NVIDIA, были использованы стандартные недорогие семидюймовые матрицы с разрешением 1280×800. Результат эксперимента показан ниже: вверху – исходное изображение, в середине – оно же на ЖК-экране низкого разрешения, внизу – то же изображение, демонстрируемое на «каскадном» дисплее из двух матриц низкого разрешения.



Эксперимент показал весьма обнадёживающие результаты: разработчикам удалось добиться значительного прироста в визуально достигаемом разрешении что называется «малой кровью», без использования дорогостоящих аппаратных компонентов.



Принципы работы технологии от NVIDIA

Конечно, эта технология не лишена недостатков, вызванных самим принципом её работы. Например, яркость изображения на таком экране существенно ниже, чем при использовании одной матрицы, так как свет от нижней панели должен дополнительно проходить сквозь верхнюю панель. Возникают и неизбежные искажения изображения, которые приходится корректировать программно, затрачивая на это дополнительные вычислительные мощности. Да и угол обзора такого экрана получается довольно малым. Впрочем, поскольку речь идёт в первую очередь об использовании «каскадных» ЖК-экранов в шлемах виртуальной реальности, где изображение располагается близко к глазам пользователя, взгляд направлен перпендикулярно экрану и практически отсутствует внешняя засветка, эти проблемы не настолько критичны. Впрочем, компенсация этих недостатков, которая позволила бы применять «каскадные» дисплеи в обычных смартфонах или планшетах, тоже представляется довольно важной. Ведь описанная конструкция, подобная, по сути, применяемой в технологии параллаксного барьера, могла бы, возможно, заодно использоваться и для «безочкового» отображения 3D-фото и 3D-видео.

Более подробно ознакомиться с результатами исследования NVIDIA в области повышения разрешения ЖК-экранов для систем виртуальной реальности можно на сайте компании: **https://research.nvidia.com/publication/cascaded-displays-spatiotemporal-superresolution-using-offset-pixel-layers**.

Источник:
http://obzor3d.ru/index.php/3d-articles/news/95-nvidia-prodemonstrirovala-sposob-nedorogogo-uvelicheniya-razresheniya-shlemov-vr

3D страничка истории

Это, по-видимому, самое первое изображение стереоскопа на картине **Якоба Споэла** (Jacob_Spoel) **«Группа дам рассматривает стереоскопические фотографии»** («Company of ladies watching stereoscopic photographs»), которая была написана примерно в 1850-е - 1860-е годы и в настоящее время хранится в музее Rijksmuseum в Амстердаме. У двух изображенных здесь женщин в руках стереоскопы, а одна просто рассматривает стереокарточку (см. увеличенный фрагмент картины вверху).