

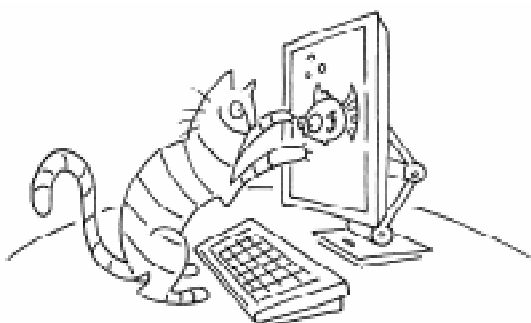
СТЕРЕОТЕХНОЛОГИИ – ШКОЛЕ

Известно, что человек (по разным источникам) от 70 до 90% информации воспринимает при помощи зрения. О важности зрительного восприятия для получения знаний об окружающем мире свидетельствуют многочисленные поговорки (например «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать») и даже изначальный смысл некоторых слов (например слова «очевидно»). Однако так дело обстоит в случае, когда мы непосредственно ведем наблюдения за происходящими вокруг нас событиями и процессами, наблюдаем те или иные объекты в реальном мире. Что же касается учебной информации, представленной в различных формах – от печатной (учебники, энциклопедии, тест на экране компьютера и т. п.) до мультимедийной (включая фотографии и рисунки, анимации, кино и видео), то здесь дело обстоит существенно хуже. Понятно, что даже наиболее современные технические

средства и носители информации не способны передать всю полноту информации об объектах и явлениях реального мира (вспомним, что любая сохраненная тем или иным способом информация представляет собой лишь информационную модель той или иной части окружающего мира), но при помощи существующих технологий мы должны по крайней мере стремиться передать читателю (зрителю) максимально возможную часть информации. Особенно важно это при представлении учебного материала, который во многих случаях воспринимается учащимися впервые, формируя у них (при недостаточном качестве или полноте материала) искаженное представление об изучаемых явлениях или процессах.

Конечно, рассмотрение возможностей максимально полной передачи всех форм информации при помощи технических средств – это тема, требующая развернутых исследований, которую сложно (или даже невозможно) раскрыть в одной журнальной статье. Поэтому ниже речь пойдет только об одной составляющей этой темы, но составляющей, пожалуй, наиболее важной – о представлении визуальной информации не только в цвете, но и в объеме (стереоскопии).

Природа дала человеку достаточно богатые зрительные возможности – наше зрение является не только четким и цветным, но и стереоскопическим – благодаря сложным процессам обработки в мозге информации, которую мы видим левым и правым глазами, мы воспринимаем ок-



...даже наиболее современные технические средства... не способны передать всю полноту информации об объектах и явлениях реального мира.

ружающие объекты трехмерными, можем понять, какие из них расположены ближе, а какие – дальше, а также оценить их протяженность в глубину. (Чтобы понять, насколько важно стереоскопическое зрение, попробуйте провести несложный эксперимент – вдеть нитку в иголку, зажав один глаз.) Однако при сохранении и воспроизведении визуальной информации человечество долгое время теряло значительную часть этих возможностей. Так, сначала для представления внешнего вида тех или иных объектов, интерьеров или пейзажей в распоряжении людей были только рисунки, а затем – фотографии: статичные (фиксирующие только один какой-то момент) и монохромные. Позже появилось кино, способное передавать изображение в движении, но тоже монохромное и к тому же «немое» (без звука), хотя этот недостаток довольно быстро был исправлен. Черно-белым долгое время оставалось и телевидение, равно как и графические изображения, получаемые на экране дисплея (разве что сами дисплеи могли быть «зелеными» или «оранжевыми» – формировали на экране картинку и текст не белым, а зеленым или оранжевым светом, но само изображение все равно было монохромным). Затем появились (в разное время) цветное фото, цветное кино, цветное телевидение и видео, а также возможность получения на дисплее многоцветных изображений (в настоящее время – до нескольких миллионов цветовых оттенков одновременно, при четкости (разрешении) изображения, не уступающей хорошей фотографии). Однако до сих пор читателям, зрителям и пользователям компьютера остаются практически недоступными возможности объемного видения изображений, хотя в последние годы и в этой области намечаются значительные «подвижки» – появляются первые модели (не только «лабораторные», но уже и серийные) 3D-дисплеев, разнообразные средства «виртуальной реальности» и пр.

Однако подавляющее большинство из имеющихся технических средств, обеспечивающих стереоскопическое воспроиз-

ведение фото- и видеоинформации, нынешней школе, увы, недоступны, – либо из-за их технической сложности и потому – низкой защищенности от намеренных или случайных «разрушительных» воздействий со стороны школьников, либо из-за громоздкости, либо просто из-за слишком высокой цены. Например, вряд ли какая-нибудь школа (даже из числа «образцово-показательных») сможет развернуть у себя в актовом зале (не говоря уже об обычных учебных классах) стереокинотеатр «Аймакс 3D» (IMAX 3D [1]) или, тем более, системы сферической проекции, требующие строительства специального помещения и установки в нем нескольких проекторов. Точно так же, хотя уже существуют «виртуальные шлемы», позволяющие создавать не только стереоизображение, но и «эффект виртуального присутствия», очень редкая российская школа сможет позволить себе в обозримом будущем оснастить ими хотя бы один компьютерный класс: цена такого устройства составляет около 1000 долларов, притом что каждому школьнику нужно покупать отдельный шлем (который, скорее всего, очень быстро в реалиях школы выйдет из строя), не говоря уже о том, что работать с такими шлемами психологи-эргономисты детям вовсе не советуют по целому ряду причин.

Тем не менее, можно перечислить целый ряд технологий, позволяющих при сравнительно невысоких затратах обеспечить возможности реализации трехмерного представления учебного материала как в печатных изданиях, так и при подготовке мультимедийных электронных учебных пособий. Но прежде чем рассмотреть их, нужно выяснить, какие механизмы лежат в основе стереоскопического восприятия информации человеком и как можно «задействовать» эти механизмы в указанных выше случаях.

КАК МЫ ВИДИМ ТО, ЧТО ВИДИМ

Хотя процессы, происходящие в мозге человека при обработке поступающей

от глаз зрительной информации, еще не изучены во всей их полноте, некоторые основные аспекты уже известны и достаточно просты. Основа стереоскопического восприятия лежит в сравнении («компарации») мозгом двух изображений, поступающих с левого и правого глаза (поскольку их «зрительные поля» – области зрения – частично перекрываются): мозг извлекает из поступающих с обоих глаз данных (для чего служит имеющееся в мозге особое перекрестье нервных волокон – «хиазма») информацию о контурах наблюдаемых объектах. При этом мозг «подстраивает» положение глаз так, чтобы в основном контуры совпадали, после чего по углам поворота глаз («угол конвергенции») при их фокусировании в одной точке наблюдаемого изображения мозг определяет относительное расстояние до этой точки, а по расхождению отдельных контуров получает информацию о том, что соответствующие объекты располагаются ближе или дальше, чем эта точка фокусировки.

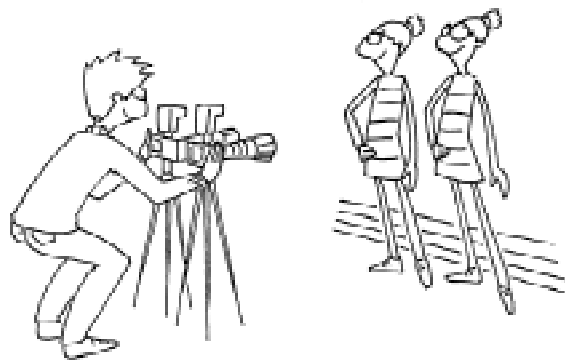
Очевидно, что задействовать сам этот «механизм» для получения стереоизображения мы, не вмешиваясь напрямую в работу мозга, не можем. Но можно симитировать условия рассматривания реальных объектов, «выдавая» мозгу «правильную входную информацию».

Наиболее совершенным способом такой «имитации» является, конечно же, голография: лазерное излучение при голографической фотосъемке создает в светочувствительном слое сложную интерференционную картину, при освещении ко-

торой таким же по физическим характеристикам лазерным лучом формируется идентичная реальной система световых волн, которую человек (наблюдатель) воспринимает точно так же, как воспринимал бы реальный объект. Современные компьютерные технологии, кстати, позволяют синтезировать требуемую интерференционную картину для того или иного сформированного в памяти трехмерного изображения, при освещении которой лазерным лучом также можно получить голографическое изображение достаточно высокого качества. Однако голографические технологии пока еще слишком сложны и дороги, особенно при попытках создания голографических кинофильмов, поэтому для школы (да и вообще для бытового применения) пока недоступны.

Другой способ, хотя и обеспечивающий не настолько высокое качество восприятия объема, но зато доступный в реальных, не «лабораторных» условиях и потому используемый в подавляющем большинстве современных стереоскопических технологий, – это формирование стереопары. При этом требуемый объект, интерьер или пейзаж фотографируется (либо снимается на кино/видео) двумя фотокамерами (видеокамерами), расположенными по горизонтали на расстоянии, соответствующем среднему расстоянию между глазами человека, а позже тем или иным способом на левый глаз подается для рассматривания левый отснятый кадр, а на правый глаз – правый кадр (синхронизированная во времени пара таких кадров называется «стереопарой»). А далее все зависит от того, каким образом осуществить такое разделение между глазами кадров стереопары.

Среди существующих методов просмотра стереопар можно назвать следующие основные способы: рассматривание через стереоскоп, анаглифический метод, растровый метод и поляризационный. Рассмотрим их более подробно применительно к возможностям использования в школе.



...формирование стереопары...

СТЕРЕОСКОП (В ТОМ ЧИСЛЕ – И БЕЗ СТЕРЕОСКОПА)

Самый простой способ разделения кадров стереопары – непосредственно расположить левый кадр напротив левого глаза (так чтобы этот кадр не было видно правым глазом), а правый кадр – напротив правого глаза. Для этой цели служат различные стереоскопы (см. рис. 1 а–д и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки).

Главная особенность такого стереоскопа – в том, что напротив носа в нем установлена непрозрачная перегородка, не позволяющая видеть левым глазом правый кадр и наоборот, либо этот «запрет» реализуется другим способом (например при помощи системы зеркал). Обычно в состав стереоскопа также входят «очки»

(сквозь которые производится рассматривание) с линзами, чтобы обеспечить возможность просмотра кадров, расположенных на слишком малом расстоянии к глазам (хотя близорукие могут обойтись и без этих линз).

Интересно, кстати, что ранее в СССР (и не только) выпускались специальные комплекты для любителей стереофотографии, в которые входила специальная призматическая насадка для фотосъемки сразу двух кадров стереопары на один фотокадр через один-единственный объектив обычного фотоаппарата и собственно стереоскоп для просмотра полученных стереофотографий, и даже выпускались специальные «сдвоенные» фотоаппараты (см., например, [2]). Интересно и то, что одновременно с популярными когда-то элек-

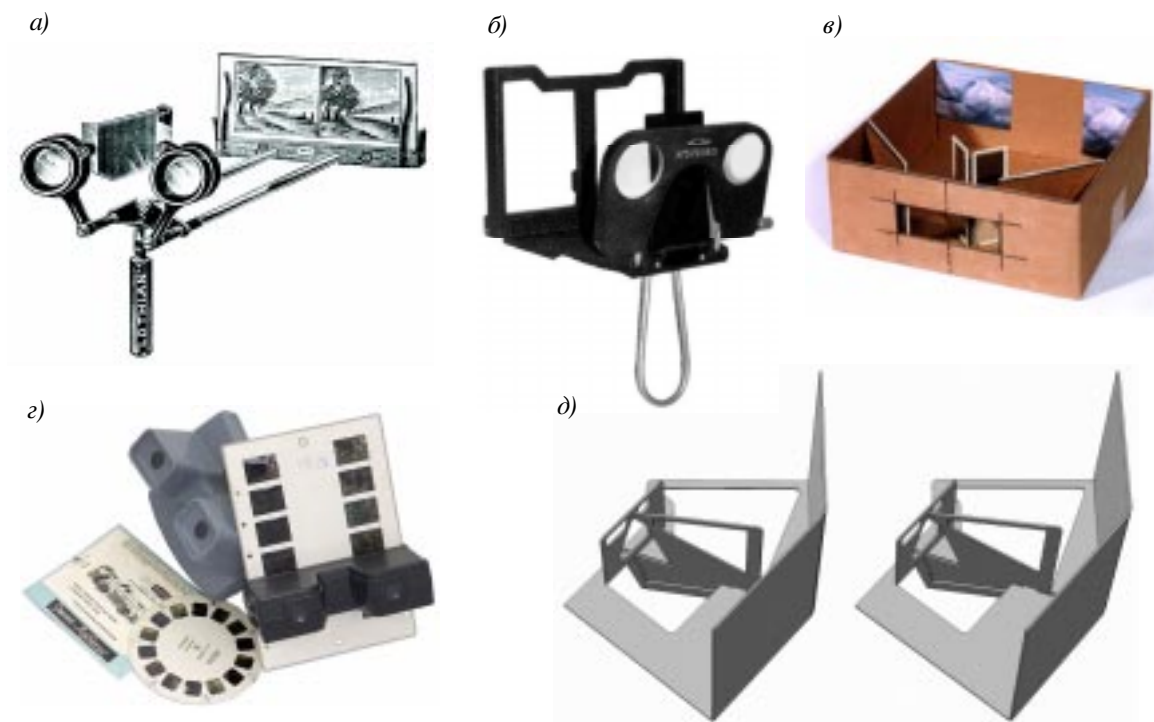


Рис. 1. Различные конструкции стереоскопов:

- а) стереоскоп для просмотра стереофотографий;
- б) стереоскоп, выпускавшийся в составе комплекта для стереофотографии ленинградским заводом ЛОМО (СССР);
- в) самодельный картонный стереоскоп с зеркальной системой;
- г) стереоскопы для просмотра стереослайдов;
- д) простейший самодельный картонный стереоскоп (обратная 3D-стереопара¹)

¹ О том, как рассматривать такие стереопары, будет сказано чуть позже. О том, как изготовить такой стереоскоп, см. на сайте <http://kgblab.narod.ru/ss/>.

тронными играми серии «Электроника» («Ну погоди», «Тайны океана» и т. д. – карманными, с ЖК-экраном) в 90-х гг. прошлого века Зеленоградский завод выпускал и первую стереоигру на тему «звездных войн», устроенную по принципу стереоскопа для просмотра слайдов, в которой вместо слайдов были установлены два ЖК-экрана, – своего рода «прообраз» появившихся гораздо позже «виртуальных шлемов».

Впрочем, стереопары (в виде фотографий, напечатанных иллюстраций и даже видеоизображения на экране телевизора или дисплея) можно приноровиться рассматривать и без стереоскопа (если размеры стереокадров достаточно крупные, чтобы рассматривать их с такого расстояния, что их будет четко видно и без вспомогательных линз). Достаточно лишь постараться так скосить глаза, чтобы визуально «наложить» друг на друга левый и правый кадры стереопары. Для начала можно при этом держать возле носа кусок картона, чтобы было легче «заставить себя» не смотреть на «лишние» («паразитные») кадры, а позже, приобретя некоторый опыт, можно рассматривать стереопару и просто «невооруженным глазом».

При этом возможны два способа создания стереопары и, соответственно, два способа их рассматривания, – «прямая» и «обратная» стереопара.

«Прямая» стереопара – это как раз такая, которую предполагается рассматривать при помощи стереоскопа. В ней напротив левого глаза расположен левый кадр, а напротив правого – правый. Соответственно, и рассматривать ее надо так,

чтобы левый глаз смотрел на левый кадр, а правый – на правый, – смотреть как бы «сквозь» стереопару (рис. 2 а). Такой способ рассматривания стереопары называют «параллельным». При рассматривании стереофотографий или небольших бумажных иллюстраций такой способ вполне приемлем, хотя научиться смотреть «сквозь» фотографию так, чтобы при этом еще и изображение на ней было четким, а не размытым, без вспомогательных линз достаточно трудно, да и глаза при этом сильно устают.

В «обратной» же стереопаре, наоборот, левый кадр расположен напротив правого глаза, а правый – напротив левого (то есть кадры в ней «поменялись местами»). Соответственно, при рассматривании такой стереопары надо скосить глаза к носу (на точку, расположенную ближе, чем стереопара, – см. рис. 2 б и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки). Такой способ просмотра называют «перекрестным». Это делать несколько проще, чем при параллельном способе (достаточно сначала смотреть себе на кончик носа, а потом постепенно переводить взгляд на стереопару), а кроме того, только таким способом удается рассматривать стереоизображения большого размера (когда расстояние между центрами левого и правого кадров больше, чем расстояние между глазами). Впрочем, хотя глаза при этом устают заметно меньше, чем при рассматривании «прямой» стереопары параллельным способом, долго рассматривать стереофотографию таким способом не рекомендуется.

Можно ли применить эти способы в школьной жизни?

Очевидно, можно без особых дополнительных затрат печатать в любой учебной литературе (в учебниках, рабочих тетрадях либо специальных «альбомах») стереопары – в том числе цветные: если изготавливать их по «обратному» принципу, то рассматривать такие стереорисунки и стереофото учащиеся смогут без особого труда и без стереоскопа (разумеется, с регламентацией времени рассматривания – таких стереоиллюстраций

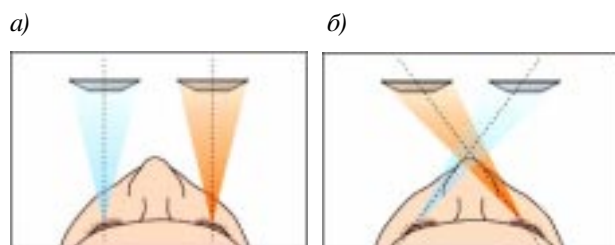


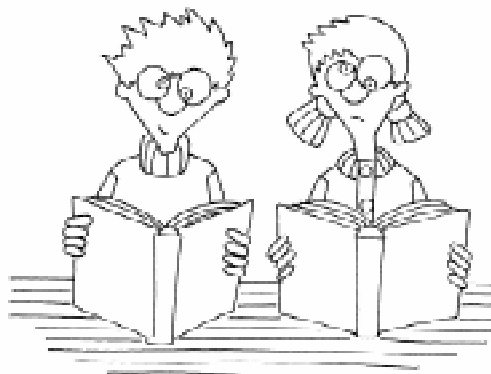
Рис. 2. Способы просмотра стереопар без стереоскопа: а) параллельный – для «прямой» стереопары, б) перекрестный – для «обратной» стереопары

не должно быть слишком много, они должны использоваться только в случаях, когда это действительно необходимо, – см., например, рис. 3). Впрочем, не очень сложно было бы освоить выпуск простейших, дешевых (стоимостью всего в несколько десятков рублей) складных стереоскопов из картона или тонкого пластика с «ограничителем» расстояния до рассматриваемой стереокартинки (в виде все той же перегородки напротив носа, имеющей требуемую длину) и с пластиковыми линзами очков – обычными (достаточно тонкими) либо изготовленными по технологии Фурье (такие линзы уже выпускаются, например, в виде «линз – линеек – закладок»), которые школы могли бы закупать на всех учащихся для работы с печатными стереоиллюстрациями в классе, а сами учащиеся (или их родители) – закупать для аналогичной работы дома. Точно так же можно ожидать появления большого числа книжно-издательской продукции для детей, публикующих альбомы цветных стереокартинок для рассматривания через стереоскопы («прямых») или без стереоскопа («обратных»), аналогичных нынешним альбомам с «мозаичными» стереограммами типа «Магический глаз».

Кроме того, учебные материалы могут быть представлены в цифровом виде как в виде стереофотографий, стереорисунков (в том числе синтезированных на компьютере), стереосхем и пр., так и в виде коротких стереовидеофильмов, демонстрируемых на экране дисплея или на настенном экране с помощью обычного проектора для просмотра без стереоскопа (все такие стереопары должны быть «обратными»). В этом случае не потребуется никакого дополнительного специального оборудования (кроме использования специального оборудования или специальных приемов при создании таких стереопар).

АНАГЛИФИЧЕСКИЙ СПОСОБ

Если предыдущие способы (как с использованием стереоскопа, так и без него) предполагали пространственное разделе-



...рассматривать такие стереорисунки и стереофото удастся смогут без особого труда и без стереоскопа.

ние кадров стереопары, то анаглифический способ основан на их цветовом разделении. В «классическом» случае при этом используются два цветовых оттенка, взаимодополняющих друг друга до черного, – обычно красный и голубой (Суп), а исходная стереопара представляет собой два монохромных кадра. Затем один кадр (например, левый) выполняется в красном цвете, а второй – в синем (или голубом), и эти две картинки накладываются друг на друга. Получаемое изображение несколько напоминает широко известный полиграфический брак со смешением печатных матриц для разных красок: контуры объектов на такой картинке «двоятся» тем сильнее, чем изображаемый объект находится ближе (или дальше) от основной плоскости картины (рис. 4).

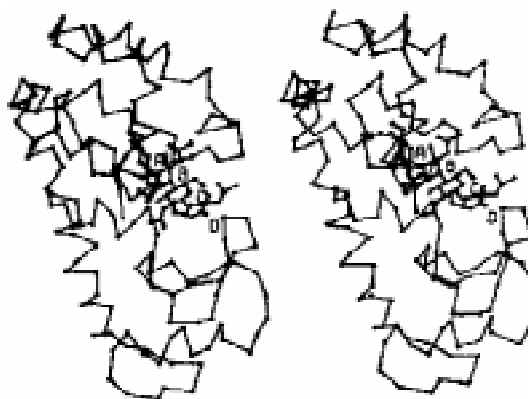


Рис. 3. Стереопара («обратная») сложной молекулы

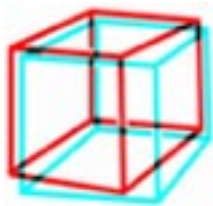


Рис. 4. Простейшая анаглифическая картинка (красному цвету соответствуют более темные, а голубому – более светлые линии)

Соответственно, рассматривать такое изображение нужно через специальные очки, стекла которых тоже окрашены в те же цвета: для приведенного выше примера левое стекло должно быть окрашено в синий (или голубой) цвет, а правое – в красный (см. рис. 5а и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки). При этом все красные оттенки на «суммарной» анаглифической картинке будут видны сквозь голубое стекло как соответствующей плотности оттенки серого, а голубые оттенки сквозь голубое же стекло будут совершенно незаметны. Поэтому левый глаз будет в итоге видеть черно-белую левую картинку (которая в «смеси» изображений была красной), но не увидит правую (голубую). И наоборот, правый глаз сквозь красное стекло увидит монохромную правую картинку (которая была в «смеси» изображений голубой), но не увидит левую (красную). А в итоге наблюдатель будет воспринимать объемное, хотя и не цветное изображение (см. рис. 5б и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки). При этом используемые очки проще, легче и дешевле

ле, чем стереоскоп (обычно они изготавливаются из тонкого картона, а вместо цветных стекол используются цветные пленки), их можно надевать в том числе и поверх обычных очков (хотя это менее удобно), глаза при этом практически не устают, а рассматривать можно стереокартинки любого размера и на любом носителе – на бумаге, на настенном экране или на дисплее. Единственный крупный недостаток – отсутствие цвета. Впрочем, в настоящее время разработаны и более сложные технологии, позволяющие изготавливать по анаглифическому принципу цветные стереокартинки (за счет «разбалансировки» в них цветовой гаммы в «красную» и «голубую» сторону), хотя насыщенность цветов в этом случае несколько снижается (см. рис. 5в и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки).

Анаглифический метод стереофотографии сегодня можно считать, пожалуй, наиболее популярным. В настоящее время в продаже можно встретить детские альбомы, в которых рисунки выполнены в виде анаглифов (двухцветные очки при этом прилагаются в комплекте); не так давно в Москве прошла выставка «Старая Москва 3D», где были представлены старинные (черно-белые) и современные (цветные) анаглифические стереофотографии отдельных мест в Москве (посещение выставки в Коломенском, а затем на мосту Богдана Хмельницкого возле Киевского вокзала было бесплатным, а двухцветные очки предлагалось приобрести за 20 рублей); большое число анаглифических сте-

а)



б)



в)



Рис. 5: а) анаглифические («двухцветные») очки, б) монохромная анаглифическая стереокартинка, в) многоцветная анаглифическая стереокартинка (увеличенный стереобазис – расстояние между объективами при съемке)

реопар можно найти и в Интернете. Там же можно найти и целый ряд ссылок, где приобрести такие очки (например, в Научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ) на Ленинградском проспекте), как изготовить такие очки самостоятельно (например, см. [3]) из пленки для печати на струйном принтере и остатков чернил для того же струйного принтера, добытых из использованного картриджа (либо просто напечатав квадраты нужными цветами на такой пленке на струйном принтере); имеются в Интернете и ссылки на программное обеспечение для самостоятельного изготовления анаглифических стереофотографий (и даже стереовидеофильмов) на компьютере из обычной, «раздельной» стереопары (примеры: бесплатная программа Anaglyph Maker – http://www.stereoeye.jp/software/index_e.html и StereoPhoto Maker – <http://www.really.ru/stereo%20photo%20maker.html>). Есть, впрочем, и программы другого рода – позволяющие «имитировать» анаглифическое изображение на базе обычного, чтобы, например, превратить в «анаглифический» какой-либо обычный видеофильм (см, например, форум <http://www.best-forum.org/forum/index.php?topic=744.msg7761> – используется анаглиф-фильтр Anaglyph.ah для видеоплеера KMPlayer), хотя в этом случае высокое качество объемного изображения не гарантируется.

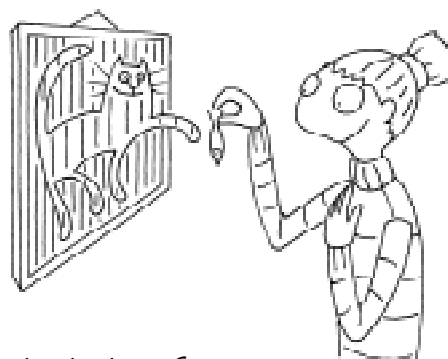
Очевидно, в системе образования анаглифический метод может быть использован практически аналогично ранее рассмотренным «раздельным» стереопарам. Единственное небольшое «но» – то, что печатные материалы в этом случае должны быть полноцветными. Что же касается представления учебных материалов в цифровом формате, то здесь (и при их просмотре на экране дисплея, и при их показе на настенном экране) никаких ограничений нет (в том числе и на размеры анаглифического изображения, которое можно рассматривать без усталости глаз), тем более что при помощи упомянутых выше программ такие ресурсы учитель (и учащиеся) могут делать самостоятельно. Что

же касается очков, то их школа может как приобрести оптом (в потребных количествах), так и, например, предложить учащимся самим изготовить такие очки на уроках технологии; издатели же, выпускающие подобную продукцию, как правило, прилагают к ней один экземпляр очков в обязательном порядке.

РАСТРЫ

Еще один способ пространственного разделения кадров стереопары – растровый. Он хорош тем, что для рассматривания готового изображения не требуется никаких очков, стереоскопов или иных приспособлений, а его главный (и определяющий) недостаток – крайняя сложность изготовления таких картинок.

Идея этого метода ([4]) заключается в том, что и левый, и правый кадры разрезаются на множество узких вертикальных полосок, которые на итоговой картинке чередуются друг с другом. Поверх такой «полосатой» картинке накладывается специальный «фильтр» из множества цилиндрических («растянутых по вертикали») микролинз. Именно благодаря преломлению в них лучей света (при соответствующем взаимном расположении линз и полосок изображения) левый глаз видит только предназначенные ему левые полоски, а правый – правые (рис. 6). Аналогичным образом вместо цилиндрических линз могут использоваться и треугольные в сечении прозрачные вертикальные микропризмы.



...кадры разрезаются на множество узких вертикальных полосок, которые на итоговой картинке чередуются друг с другом.

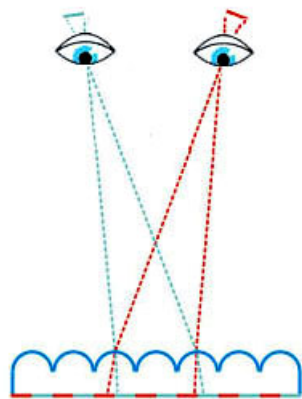


Рис. 6. Растровый метод создания стереоизображений

Существовал и другой, более сложный вариант растрового стерео, когда в качестве «фильтра» использовалась матрица из огромного количества обычных круглых микролинз, что позволяло получить почти «голографическое» по качеству стереоизображение (с возможностью «осмотра» заснятого объекта слева-справа и сверху-снизу в некотором диапазоне), но тот вариант был еще более сложным, чем описанный выше, и потому не нашел широкого применения.

С одной стороны, простота рассматривания растровых стереоизображений «подталкивает» к широкому их распространению, в том числе и для представления учебных материалов (вспомним, насколько широко когда-то продавались такие «стереооткрытки» с пластмассовой «ребристой» поверхностью, календарики, линейки и пр.). Однако подобный способ пригоден, пожалуй, только для изготовления большими тиражами сувенирной продукции, тогда как выпуск таких учебников или других книг явно нецелесообразен (как по соображениям цены, так и из-за громоздкости таких изданий – ведь тогда толщина каждого печатного «стереолиста» определялась бы толщиной растрового слоя). Предложить же только исходную «полосчатую» картинку (при достаточно большой ширине полос), которую нужно было бы рассматривать, приложив к ней отдельную пластинку – растровый фильтр и опытным путем подобрав

требуемое ее расположение над картинкой, пожалуй, можно, хотя это и гораздо менее удобно, чем использование, скажем, анаглифов.

С другой стороны, очевидно, что растровый способ практически непригоден для рассматривания цифровых стереоизображений: если для экрана дисплея еще, может быть, и удалось бы изготавливать (громоздкие и неудобные!) растровые фильтры-пленки, то организовать таким способом просмотр изображения на настенном экране можно только при помощи специального экрана и проекционного оборудования. Тем не менее, в самом ближайшем будущем растровый способ может стать основным для реализации цифровых стереоизображений на дисплеях: именно на основе его модификации работают стереодисплеи Sharp, которые уже вышли на этап серийного производства (хотя и стоят пока вдвое-втрое дороже обычных). В таких дисплеях (рис. 7) используется не один, а два ЖК-экрана: один – цветной, на котором выводится «растрированная» («разрезанная на полоски») стереокартинка, а второй – монохромный, на котором всегда выводится сетка из черных вертикальных полосок и который играет роль растрового фильтра, допускающего просмотр «левых» полосок только левым глазом, а «правых» – правым. (При выключении этого ЖК-экрана дисплей работает как обычный нестереоскопический.)

Подобные стереодисплеи, видимо, будут способны произвести подлинную «революцию» в представлении видеoinформации на ПК, в том числе и учебной. Однако, думается, такие дисплеи будут доступны школе (тем более – появятся на рабочем месте каждого учащегося) еще очень нескоро, поэтому продолжим рассмотрение других технологий стерео.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ФИЛЬТРЫ

Точно так же, как производилось оптическое разделение правого и левого кадра в анаглифическом методе, можно

выполнить ту же операцию при помощи эффекта поляризации. Данный способ рассчитан прежде всего на стереопроекцию фото- и видеоизображений на настенный экран и был одной из первых «промышленных» технологий реализации стереокино (например, в стереокинотеатре «Октябрь» на Новом Арбате в Москве).

Сущность поляризационного способа состоит в использовании специального поляризационного фильтра из стекла или пленки, который при пропускании сквозь него обычного (неполяризованного) света заставляет световые волны совершать колебания только в одной плоскости («плоскости поляризации»), а при пропускании уже поляризованного таким способом света пропускает световые волны только в том случае, если их плоскость поляризации совпадает с плоскостью поляризации самого фильтра (см., например, школьный учебник физики [5]). На экран проецируются с точным наложением друг на друга правый и левый кадры стереопары. При этом на объектив проектора, демонстрирующего левый кадр, надет поляризационный фильтр, например, с поляризационной плоскостью, повернутой горизонтально, а на объектив проектора, демонстрирующего правый кадр, – фильтр с поляризационной плоскостью, повернутой вертикально. Соответственно, зрителям раздаются очки со стеклами (пленками) из таких же поляризационных фильтров. В результате левый глаз будет видеть только левый кадр (световые волны от правого кадра, имеющие иную поляризацию, будут фильтром погашены), а правый глаз – только правый кадр.

Эта технология в свое время предлагалась для стереопроекции диапозитивов (со «сдвоенного» диаскопа, оснащенного такими фильтрами, рис. 8 и цветную иллюстрацию на с. 3 обложки), в том числе для домашнего и школьного использования.

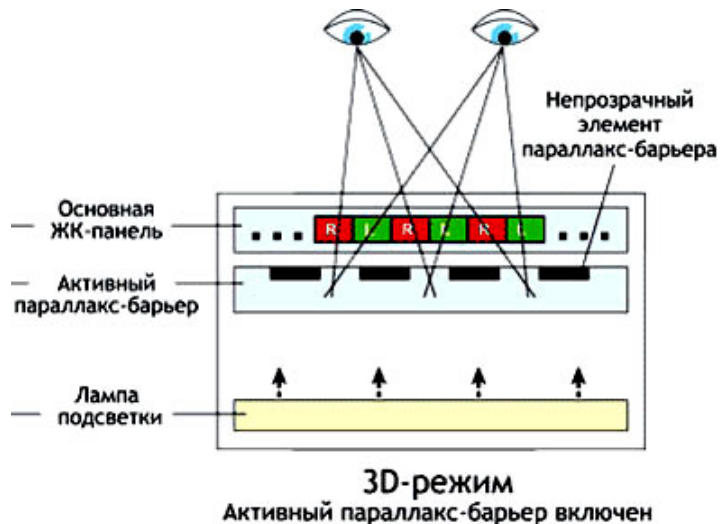


Рис. 7. Принцип действия стереодисплея с ЖК-растром

В настоящее время для школ и других учреждений предлагается несколько разновидностей конструкции стереопроекторов на базе двух обычных проекторов, оснащенных поляризационными фильтрами, и комплекта поляризационных очков. Такая конструкция достаточно дорога и громоздка, но, по крайней мере, ее установка реальна, например, в актовом зале школы.

Очевидный «плюс» поляризационного способа по сравнению с анаглифическим – возможность передачи полноцветного (без каких-либо искажений цветов, разве что с некоторым снижением яркости) изображения. Не менее очевидный



Рис. 8. Стереодиапроектор «Омич-Стерео» (1980 г.)

«минус» (помимо необходимости надевать специальные очки) – большая, по сравнению с анаглифами, сложность реализации: поляризационные пленки стоят дороже и раздобыть их сложнее, а изготовить такие фильтры самому крайне сложно. Правда, в Интернете не так давно появились любопытные публикации о том, что при работе с ЖК-дисплеем (функционирование которого, как известно, тоже основано на поляризационном эффекте, только на повороте плоскости поляризации) можно реализовать поляризационный способ рассматривания стереоизображений при помощи... обычного куска целлофана и «поляризационных очков», изготовленных из него же и из солнечных очков «Поляррид». Этот способ придумал японский исследователь Кейго Иизука (Keigo Iizuka), опираясь на то, что целлофановая пленка некоторых распространенных сортов обладает способностью разворачивать плоскость поляризации проходящего сквозь нее света на 90 градусов ([6]). Достаточно на любой ЖК-экран (дисплей настольного ПК, ноутбука или даже сотового телефона) вывести стереопару, прикрыть половину экрана куском целлофана, надеть поляризационные солнечные очки и закрыть целлофаном одно из их стекол, и нужный эффект будет достигнут (рис. 9). А по некоторым сообщениям, можно сде-

лать поляризационные очки и вовсе из двух кусков целлофана, развернутых на 90 градусов друг относительно друга для разных глаз. Так что предлагаем читателям поэкспериментировать самим.

ГОЛОГРАФИЯ

Как уже говорилось в начале статьи, голографический метод предоставляет возможность наиболее высококачественной реализации стереоизображений, но и наиболее сложный и потому для школ практически недоступный. Единственное небольшое исключение пока составляют так называемые «радужные» голограммы (на основе которых сейчас производятся различные наклейки – эмблемы фирм или защитные знаки, но которые обеспечивают недостаточно высокое качество стереоизображения из-за его окрашенности во все цвета радуги) и голограммы по методу Денисюка, которые наша промышленность могла бы выпускать в качестве «наглядных пособий» с изображениями наиболее редких образцов предметов искусства. Что же касается реализации голографического стерео на экране дисплея, то здесь опять-таки придется подождать, пока такие дисплеи появятся в широкой продаже и будут иметь приемлемую цену. (Как уже говорилось, существуют технологии и программное обеспечение, позволяющие синтезировать интерференционную картину для заданного объемного изображения; остается только, чтобы какая-либо из фирм-производителей реализовала возможность получения таких картин на экране и их освещения лазером).

СТЕРЕООЧКИ

В начале статьи также говорилось о «виртуальных шлемах», обеспечивающих почти полный «эффект присутствия» в сгенерированном компьютером стереомире, но малопригодных для школ, в частности, из-за высокой цены. Альтернативой им являются 3D-очки (которые также называют «очками с попеременно затем-



Рис. 9. Принцип использования целлофана в качестве поляризационного фильтра

няемыми стеклами» или «активными поляризационными»). Принцип их функционирования – следующий. На стекла очков нанесен слой жидких кристаллов, которые при подаче напряжения делают соответствующее стекло непрозрачным (черным). Такие очки подключаются к видеокarte компьютера; на экран дисплея выводятся попеременно то правый, то левый кадр стереопары, а стекла очков синхронно с этим (по получаемому с видеокарты сигналу смены кадра) попеременно затемняются, не давая левому глазу видеть «правый», а правому – «левый» кадр. При этом, правда, может возникать некоторое мерцание получаемого стереоизображения, вызывающее утомление глаз, но при высокой кадровой частоте дисплея это мерцание становится практически незаметным. Сами же очки, благодаря простоте их конструкции, стоят гораздо дешевле и заметно надежнее, чем «виртуальный шлем», и вполне могли бы быть доступны для школы.

Есть тут только одно «но»: такие очки способны нормально работать только со старыми разновидностями дисплеев на базе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ), тогда как с современными ЖК-дисплеями (в которых практически отсутствует такое понятие как частота смены кадров) эти очки использоваться не могут. (Правда, в Интернете можно найти рекламу специальной модели таких очков, рассчитанной на работу с ЖК-дисплеем, но, по отзывам специалистов, пользоваться этими очками нежелательно опять таки из-за слишком сильного мерцания изображения).

Впрочем, в последние несколько лет для таких очков нашлась и еще одна сфера применения. Сегодня целый ряд фирм предлагает «стереопроекторы» – модификацию обычного компьютерного проектора, обеспечивающего очень высокую (до 120 Гц) частоту смены кадров с подключаемыми к нему 3D-очками с попеременно затемняемыми стеклами (см., например, <http://www.viking.ru/news08/imop/imop.php>). Очевидно, такая система, хотя и достаточно дорога, но также может быть

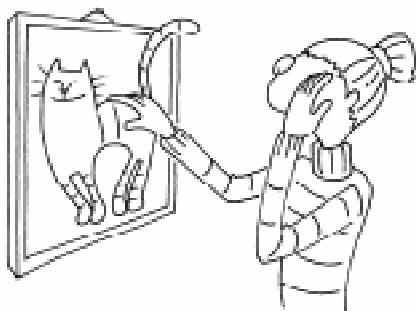
доступна школе, по крайней мере, для установки в отдельном («медийном») классе, предназначенном для демонстрации стереофильмов.

ВАРИОСТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Это – не столько технология воспроизведения стереоизображений, сколько их имитация, благодаря постоянному непрерывному движению картинки (колебаниям ее то влево, то вправо). Обычно такой эффект достигается путем создания GIF-или flash-анимации, кадрами которой являются последовательные положения снимаемого объекта при его незначительном повороте влево-вправо (на угол в несколько градусов). Достижимый при этом эффект объемности – чисто психологический, порожденный жизненным опытом зрителя, подсказывающим ему, что более близкие объекты при таком движении будут иметь большую амплитуду колебаний. Эту технологию (примеры реализации которой можно найти, скажем, на сайте <http://www.stereovario.narod.ru/>) чаще всего используют для рекламы, но в отдельных случаях она может использоваться и при создании цифровых учебных материалов, хотя движения картинки достаточно сильно могут отвлекать учащихся от восприятия собственно содержания материала, поэтому сфера возможного применения вариостерео для учебных целей очень невелика. Мы же уделили ей немного внимания просто для полноты картины.



...их имитация благодаря постоянному, непрерывному движению картинки (колебаниям ее то влево, то вправо).



Достаточно при просмотре фотографии или видео зажмурить один глаз...

Итак, при всем богатстве рассмотренных стереотехнологий можно констатировать, что на данном этапе для школьного (и иного) образования наиболее доступны для реального применения следующие методы:

– стереопары – «прямые» – для печатных материалов, при условии серийного выпуска дешевых складных стереоскопов; «обратные» – в расчете на рассмотрение печатных и электронных материалов без стереоскопа путем «скашивания» глаз;

– анаглифы (цветные и черно-белые) – наиболее перспективный на данный момент метод (учитывая доступность и легкость самостоятельного изготовления двухцветных очков) как для печатных (при условии использования цветной полиграфии), так и для электронных (преимущественно) материалов;

– поляризационный метод и/или использование стереопрокторов с 3D-очками – при организации отдельных «стереомедийных» классов для демонстрации на большом экране цифровых учебных материалов.

В некоторых из перечисленных случаев школе придется приобретать достаточно дорогостоящее оборудование; в некоторых – ждать, когда издательства и фирмы-производители цифровых учебных материалов организуют выпуск таких учебных изданий. Пока же (в частности, при использовании анаглифического способа) учителям и учащимся придется изготавливать такие учебные материалы (в цифровой форме) самостоятельно.

А напоследок подскажем читателям еще один метод просмотра обычных фото- и видеоизображений с «эффектом стерео», о котором писал еще Я.И. Перельман в своем двухтомнике «Занимательная физика». Достаточно при просмотре фотографии или видео зажмурить один глаз, а затем «поварьировать» расстояние от зрителя до просматриваемого изображения (оно зависит от фокусного расстояния объектива при съемке и от масштаба увеличения фотографии или кинокадра), и в какой-то момент просматриваемое изображение приобретет если не полноценную «глубину», то его «стереоскопичность» (а значит, и наглядность) заметно возрастет.

Литература

1. Киселев И. Стереokino и технология IMAX 3D <http://kinomehanik.narod.ru/imax.htm>
2. <http://www.zenitcamera.com/qa/qa-stereo.html>
3. http://www.really.ru/glasses_an.html
4. <http://www.stereoart.ru/paper/p0005.html>
5. http://www.fizika9kl.pm298.ru/g1_u12.htm
6. <http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2004/12/14/170218>



Наши авторы, 2009.
Our authors, 2009.

*Усенков Дмитрий Юрьевич,
старший научный сотрудник
Института информатизации
образования Российской академии
образования, Москва.*