

ИЗ СТАНДАРТНОГО ЖК-МОНИТОРА – СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ



Авраменко А. В., Мухин И. А.

Опубликовано в журнале

«BROADCASTING Телевидение и радиовещание»

№5 (49), август 2005, с.60-63

В последние годы значительно возрос объем информации, воспринимаемый человеком с экранов отображающих устройств. В связи с этим все большее внимание уделяется вопросам повышения качества и информационной емкости видеоизображения. Одним из шагов на пути к этой цели является создание стереоскопических дисплеев. Трехмерное изображение, создаваемое такими устройствами, несет дополнительную информацию о размерах, объеме и взаимном расположении объектов. Стереодисплеи широко используются там, где требуется пространственное восприятие, например, в медицине или дефектоскопии. Кроме того, качественное трехмерное изображение воспринимается бинокулярным зрительным аппаратом человека, не вызывая эмоционального и физического утомления.

Для обозначения трехмерных стереоскопических изображений зачастую пользуются термином «3D». Однако точно такое же обозначение применяется для изображений, представляющих собой проекции трехмерных объектов на плоскость. При повороте объекта эти проекции изменяются, что создает иллюзию объемности. По форме и соотношению размеров объектов, их взаимному перекрытию, а также наличию теней наш мозг «достаивает» объем. К сожалению, результат получается удовлетворительным не всегда. Отличие стереоскопического изображения заключается в том, что левый и правый глаза наблюдателя видят отличающиеся друг от друга картинки, точно так же, как это происходит при естественном рассматривании трехмерного объекта. В итоге мозг получает достаточное количество информации для формирования трехмерного образа, и наблюдатель видит изображение, части которого располагаются не в плоскости, а в пространстве (см. рис. 1.).



Рис. 1. Восприятие стереоскопического изображения

Стереоскопическая картинка формируется из двух изображений: левого и правого кадров стереопары, представляющих собой вид объекта из двух разнесенных в пространстве позиций. Для восприятия объема при просмотре стереокартинки необходимо обеспечить раздельное наблюдение (сепарацию): правый глаз должен видеть только изображение правого кадра, а левый - только изображение левого кадра. Существует несколько способов сепарации. Наиболее распространены сегодня анаглифический, эклипсный, поляризационный и растровый.

Анаглифический способ сепарации известен с середины девятнадцатого века и используется до сих пор. При создании анаглифической стереокартинки «красная» составляющая, например, правого кадра стереопары накладывается на «сине-зеленую» составляющую левого кадра (рис.2.).

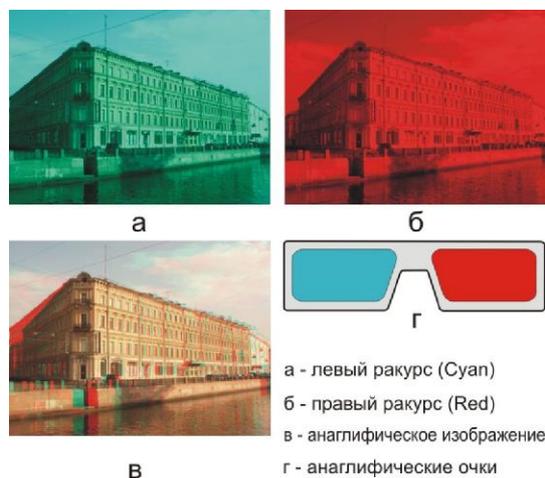


Рис.2. Анаглифический способ получения стереоизображений

Для разделения изображений при просмотре используются специальные очки с красным и сине-зеленым фильтром. Анаглифическое изображение можно воспроизвести практически на любом отображающем устройстве, включая телевизионный приемник с ЭЛТ. В 1975-78 годах ленинградским телецентром совместно с кафедрой телевидения ЛЭИС проводились опытные трансляции цветного стереоизображения по анаглифическому способу. Основной недостаток данного способа - плохая цветопередача, к сожалению, принципиально неустраним. Кроме того, глаза видят изображение в разных цветовых оттенках, что неестественно для зрительного аппарата человека, а потому приводит к утомлению.

Эклипсный (светоклапанный) метод сепарации широко применяется в сфере интерактивных компьютерных игр. Суть его заключается в следующем. На экран видеомонитора последовательно выводятся изображения левого и правого кадров стереопары. Синхронно с выводом изображений переключаются специальные очки с жидкокристаллическими (ЖК) затворами, через которые наблюдатель смотрит на экран (рис.3.).



Рис.3. Жидкокристаллические стереоочки

Таким образом, при формировании на экране монитора изображения правого кадра, левый ЖК-затвор затемняется, и наоборот, при воспроизведении левого кадра затемняется правый ЖК-затвор. Данный способ позволяет получить высокое качество сепарации и хорошее разрешение изображений. Однако для его реализации требуются отображающие устройства, способные работать при очень высоких частотах обновления (кадровой развертки). Дело в том, что каждый из глаз видит изображение с пониженной вдвое частотой кадров, поэтому возможно появление эффекта мерцания (рис.4.)

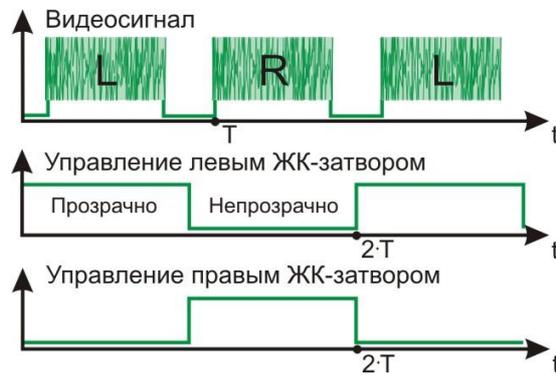


Рис.4. Управление затворами ЖК-очков

Частота отображения кадров, при которой мерцания незаметны, зависит от ряда факторов, в частности, от соотношения длительностей интервалов активной части и интервала гашения. Например, в телевидении изображение появляется на экране на 18,4 мс с перерывом всего в 1,6 мс и мерцания практически незаметны. В случае с ЖК-очками интервал гашения гораздо больше и равен интервалу активной части. Если частота обновления монитора 100 Гц, то мы видим каждым из глаз такую картину: 19 мс - изображение и 21 мс - черный экран. В этом случае появление мерцаний неизбежно. Для устранения этого неприятного эффекта необходимо, чтобы частота обновления монитора была не менее 150 Гц. При этом владельцам 17" мониторов придется, в лучшем случае, ограничиться разрешением экрана 800×600 точек. Жидкокристаллические мониторы, к сожалению, не подходят для данного способа сепарации сразу по двум причинам. Во-первых, ЖК-экраны не работают на частотах выше 85 Гц, а потому при просмотре через светоклапанные очки обязательно появятся мерцания. Во-вторых, изображение на экране ЖК-монитора изменяется достаточно медленно (время отклика составляет от 6 до 20 мс). В момент открытия, например, правого ЖК-затвора очков, наблюдатель должен видеть правым глазом изображение правого кадра стереопары. Но вследствие инерционности жидких кристаллов еще целых 6 мс (в лучшем случае) будет наблюдаться постепенно исчезающее изображение левого кадра. В итоге сепарация изображений будет очень плохой.

Поляризационный способ сепарации широко применяется в стереокинотеатрах, например, IMAX. Принцип действия весьма прост. Изображение, например, правого кадра проецируется на специальный недеполяризующий экран через поляризатор с вертикальным направлением поляризации света, а изображение левого кадра - через поляризатор с горизонтальной поляризацией (рис.5.).

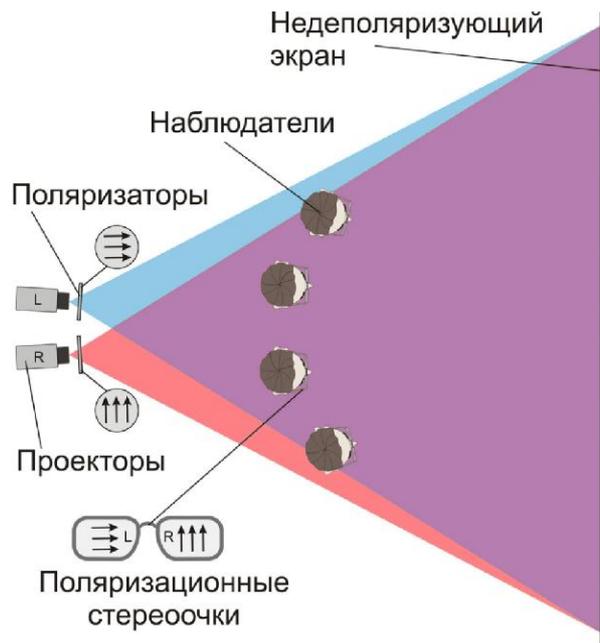


Рис.5. Поляризационный способ сепарации

Наблюдатели смотрят на экран через поляризационные очки, причем направления поляризации стекол для правого и левого глаз совпадают с направлениями поляризационных фильтров соответствующих проекторов. В итоге правый глаз видит изображение, формируемое «правым» проектором, а левый глаз - формируемое «левым» проектором. Данный способ позволяет получить качественное цветное стереоскопическое изображение. Главный недостаток - сложность и дороговизна, так как требуется сразу

два проектора, специальный экран, поляризаторы и очки. Кроме того, при повороте головы влево или вправо сепарация изображений уменьшается (при 45° - до нуля) и ощущение объемности исчезает.

Авторами данной статьи предложен вариант построения поляризационного стереоскопического ЖК-монитора. Принцип его действия базируется на особенности устройства модулирующих поток света жидкокристаллических ячеек. Каждая ячейка включает в себя два поляризатора. Проходя сквозь ячейку, свет оказывается поляризованным в строго определенной плоскости, одинаковой для всех ячеек. Если изменить направление поляризации половины ячеек на ортогональное и воспользоваться поляризационными очками, то можно получить стереоскопическое изображение (рис.6.).

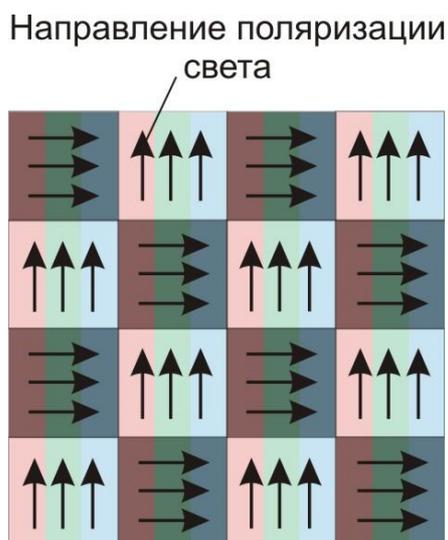


Рис.6. Поляризационный стереоскопический ЖК-экран

Каждый глаз будет видеть сквозь поляризатор очков только те пиксели, которые пропускают свет, поляризованный в соответствующей плоскости. Все остальные пиксели будут казаться черными. Для того чтобы дискретная структура не была заметна, необходимо расположить пиксели с одинаковой ориентацией поляризаторов в шахматном порядке. Кодированный видеосигнал должен формироваться из изображений кадров стереопары программно и передаваться в монитор исключительно по цифровому интерфейсу (DVI). Данный дисплей легко получить из стандартного ЖК-монитора путем изменения направления поляризации каждого второго пикселя. Модифицированный таким образом монитор при просмотре без поляризационных очков будет абсолютно неотличим от стандартного дисплея. А значит, подобное устройство будет многофункциональным. Без очков это обычный ЖК-монитор, а с очками и специальным программным обеспечением - это качественный трехмерный стереоскопический дисплей. Изображение, видимое каждым из глаз через поляризационные очки, будет состоять из уменьшенного вдвое числа точек. Однако это не позволяет считать, что разрешение изображений упадет вдвое. Например, для 17" ЖК-монитора, физическое разрешение которого составляет 1280×1024 точки, при просмотре в трехмерном режиме мы сможем различить структуру, состоящую из 640 черных и 640 белых чередующихся вертикальных полос! Причиной тому является расположение пикселей в шахматном порядке. Недостаток подобного устройства заключается в уменьшении эффективной яркости экрана, так как каждый из глаз наблюдателя будет видеть не все пиксели экрана, а только половину.

Растровый способ сепарации изображений является, пожалуй, самым старым. Еще в 1692 году французский художник Буа-Клэр использовал в своих картинах решетку из вертикально расположенных пластин для достижения пространственного эффекта. Похожая структура (светопоглощающий линзовый растр) применялась в кинотеатре Москва, где в феврале 1941 года состоялась премьера стереоскопического фильма «Концерт». Растры, применяемые для получения стереоизображений, обладают сепарирующим свойством - разделение изображений происходит без очков, автоматически, поэтому растровые системы зачастую называют автостереоскопическими. Отсутствие очков - главное достоинство растровых систем. Наиболее распространены сегодня линзовые (лентокулярные растры), состоящие из цилиндрических плоско-выпуклых линз, расположенных вертикально. Рассмотрим работу такого растра на примере просветного растрового стереоэкрана (рис.7.).

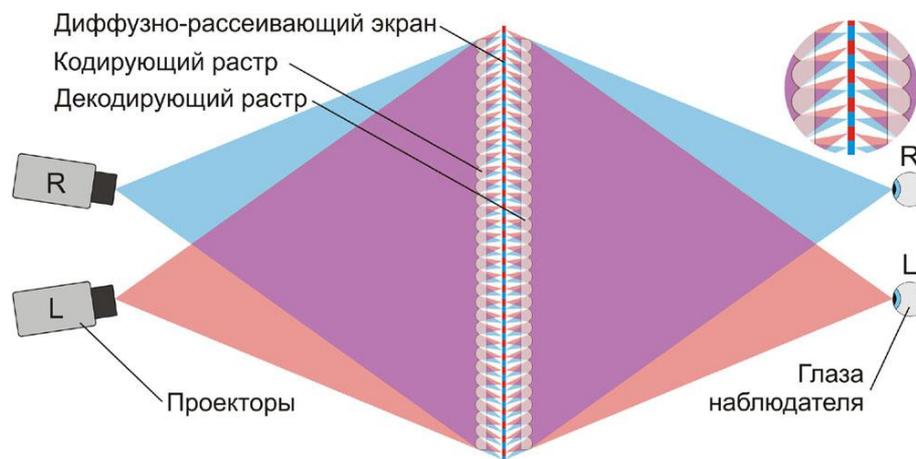


Рис.7. Просветный растровый стереозэкран

Стереозэкран работает «на просвет» - с одной его стороны находятся проекторы, а с другой - зрители. Кодирующий линзовый растр создает чередующиеся полосы изображения от правого и левого проектора на диффузно-рассеивающем экране. Декодирующий растр направляет излучение от нечетных полос вправо, а от четных - влево, и в итоге зритель видит объемное изображение. Данная технология используется для создания стереоскопических экранов больших размеров.

Очень похожий принцип действия у автостереоскопических дисплеев, где вместо кодирующего растра и рассеивающего экрана используется матричный монитор на основе плазменной (PDP) или жидкокристаллической (LCD) панели (рис.8).



Рис.8. Автостереоскопический дисплей

Линзовый растр в таких устройствах может быть наклонным - для борьбы с эффектом окраски стереоизображения в один из основных цветов (красный, зеленый или синий) или для создания многоракурсных изображений. Главный недостаток растровых систем - изменение качества стереоскопического изображения при смещении глаз пользователя от некоторого оптимального положения. Для борьбы с этим эффектом разработаны устройства, которые отслеживают положение головы зрителя и сдвигают в нужном направлении либо линзовый растр, либо весь стереодисплей целиком.

Кроме перечисленных выше существуют и другие технологии создания объемного видеоизображения, которые пока не получили широкого распространения. В качестве примера можно привести голографию - метод получения пространственного изображения объекта (голограммы) путем регистрации амплитуды и фазы световых волн, отраженных от его поверхности. Существует разные способы получения голограмм, однако все они основываются на явлениях дифракции и интерференции световых волн. Излучаемый лазером когерентный монохроматический свет разделяется на две составляющие, из которых формируются опорный и предметный пучки света. Предметный пучок отражается от регистрируемого объекта и складывается с опорным пучком - в пространстве формируются неподвижные области максимумов и минимумов - интерференционная картина, которая фиксируется, например, специальной фотопластинкой (рис.9).

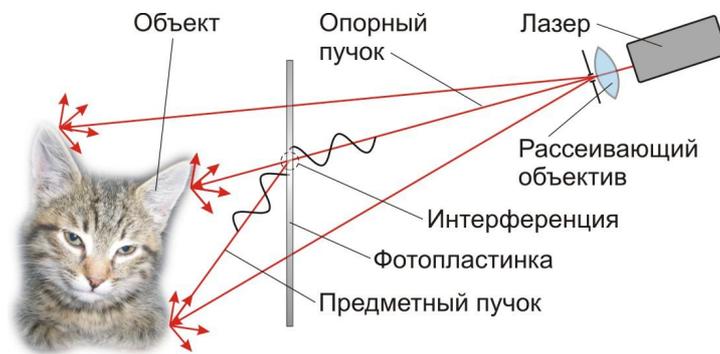


Рис.9. Получение отражательных голограмм по методу Ю.Н.Денисюка

При освещении этой пластинки лазерным лучом в пространстве появляется объемная копия регистрируемого объекта, которая может быть почти неотличима от оригинала. В отличие от стереопары, содержащей только два ракурса объекта, голограмма содержит информацию о бесконечно большом количестве видов, поэтому при рассматривании голографического изображения с разных сторон возникает ощущение плавного оглядывания объекта. К сожалению, высококачественные цветные голографические изображения пока еще большая редкость.

Говоря о 3D-мониторах, нельзя не упомянуть о стереодисплее «SmartON», разработанном в компании «NeurOK». Основу его конструкции составляют две разделенные специальной маской LCD-панели. Расчет прозрачности каждого из пикселей этих панелей осуществляется на основе математических алгоритмов нейронных сетей. SmartON можно назвать автостереоскопическим устройством, так как для наблюдения объемного изображения не требуется индивидуальных сепарирующих устройств - очков. Одним из достоинств этого монитора является возможность работы в двух режимах - трехмерном и обычном (2D).

Развитие трехмерных отображающих видеоустройств сдерживает ряд факторов, в частности, отсутствие специального видеоматериала. Однако с каждым годом ситуация меняется в лучшую сторону. Широкое распространение цифровых фотоаппаратов и компьютерной техники служит стимулом к развитию стереофотографии, которая, в свою очередь, стимулирует появление стереоскопических изображений. Прогресс в области электроники приводит к упрощению и удешевлению процесса стереосъемки. Уже разработаны компьютерные программы, позволяющие конвертировать обычное видео в «стерео», а также специальные алгоритмы сжатия. Таким образом, можно надеяться, что уже в недалеком будущем стереодисплеи станут для нас такими же привычными устройствами, как принтер или сканер.