

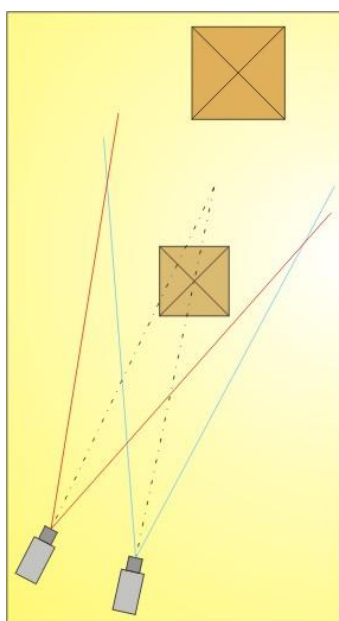
## АВТОСТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЕ ДИСПЛЕИ

*Статья опубликована в журнале "BROADCASTING  
Телевидение и радиовещание": №7 (2004), с.79-81  
Мухин И. А., ГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича*

Специалисты различных областей науки и техники уже давно занимаются вопросами создания таких устройств отображения окружающего нас мира, которые в максимальной степени приближают зрителей к реальным условиям непосредственного восприятия разнообразия трехмерных форм физических объектов и особенностей их взаимного расположения. Одним из шагов на пути к этой цели является создание стереотелевизионных систем.

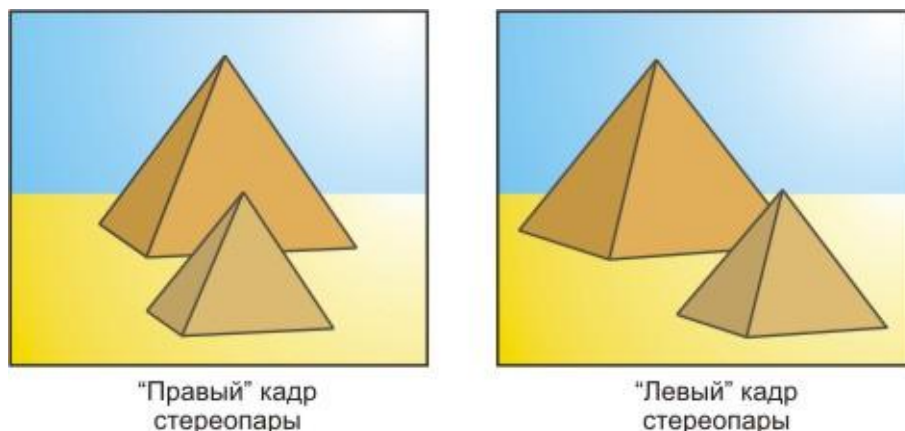
Принцип действия стереотелевизионных систем основывается на бинокулярных свойствах зрительного аппарата. Глаза человека разнесены в пространстве, поэтому на один и то же физический объект правый и левый глаза смотрят под различными углами. Мозг анализирует два отличающихся друг от друга изображения и, в итоге, мы воспринимаем глубину и "трехмерность" рассматриваемого объекта.

На передающей стороне стереотелевизионной системы производится съемка двумя теле- (видео) камерами, разнесенными в пространстве так, чтобы позиция одной из них соответствовала левому, а другой – правому глазу (рис.1).



*Рис. 1. Теле(видео)съемка стереоизображения*

Оба полученных изображения (стереопара) передаются по каналу связи и воспроизводятся на приемной стороне системы (рис.2).



*Рис2. Кадры стереопары*

Для восприятия объема необходимо, чтобы левый глаз видел только "левое" изображение, а правый – "правое", то есть кадры стереопары необходимо разделить (сепарировать). Существует два основных способа сепарации – очковый и безочковый (растровый).

При очковом способе сепарации зритель смотрит на экран воспроизводящего устройства через специальные очки (лорнеты, шлемы). Существует три основных вида очковой сепарации: анаглифический, поляроидный и эклипсный.

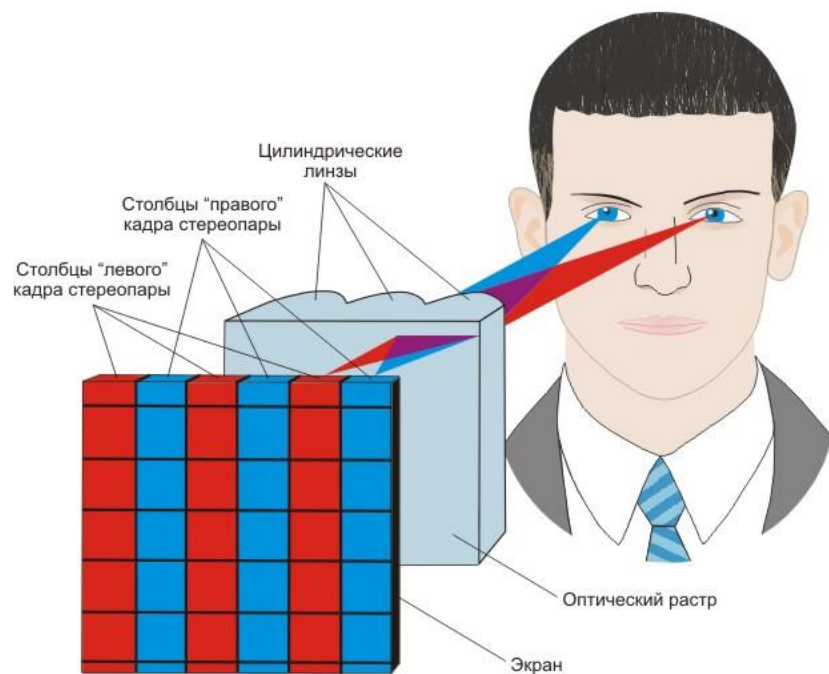
Анаглифический метод заключается в следующем. Оба кадра стереопары воспроизводятся на одном экране одновременно, но "левый" кадр формируется, например, из градаций зеленого цвета, а "правый" – из градаций красного. Зритель смотрит на экран через анаглифические очки, левый глаз – через зеленый светофильтр, а правый – через красный. В итоге, каждый глаз видит свой кадр. Достоинство анаглифического метода сепарации – в простоте реализации, а недостаток – низкое качество цветопередачи получаемого стереоизображения и невысокий уровень сепарации кадров стереопары. (Анаглифический способ применялся ранее в стереокинотеатрах), в 19... году кафедрой телевидения ЛЭИС была осуществлена трансляция цикла передач со стереоизображением по анаглифическому методу. Также этот метод применяется в полиграфии для получения стереоизображений.

При поляроидном способе сепарации требуется специальное проекционное устройство или специальный ЖК-экран, на котором формируются изображения с различной поляризацией света, например, "левый" кадр имеет горизонтальную поляризацию, а

"правый" – вертикальную. Стекла очков являются поляроидами, причем плоскость поляризации каждого из стекол такая же, как и у соответствующих кадров стереопары. Таким образом, при просмотре последовательности кадров, левый глаз видит только "левые" кадры, а правый – только "правые". Поляроидный способ сепарации позволяет получить цветное стереоизображение хорошего качества, однако он сложен в реализации, так как требуются специальные устройства отображения. Этот способ получения стереоизображений широко применяется в стереокинопроекции.

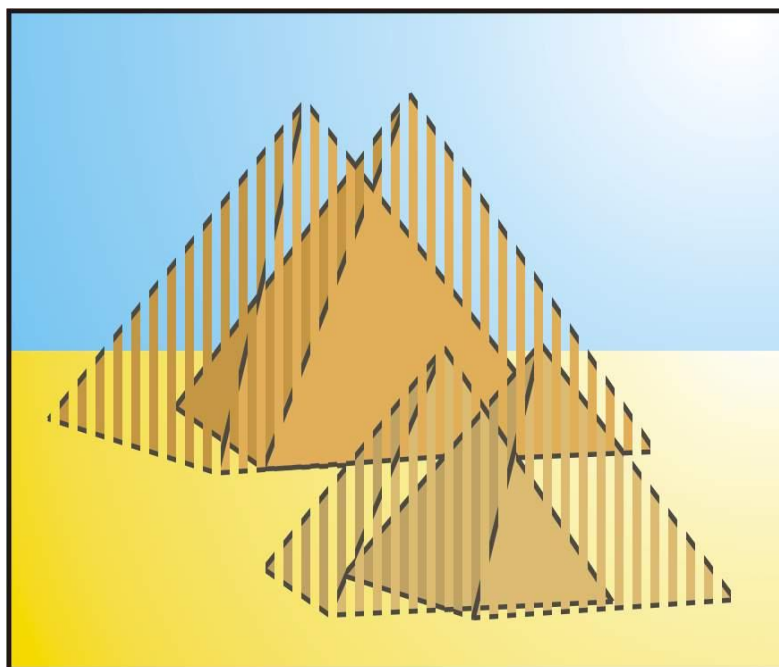
Эклипсный вид сепарации применяется для получения стереоизображения на экранах мониторов персональных компьютеров. Кадры стереопары воспроизводятся поочередно, а зритель смотрит на экран через специальные очки, представляющие собой светоклапанную систему на жидких кристаллах. Клапаны синхронизированы с воспроизводящим устройством. Когда воспроизводится изображение для левого глаза, левое "стекло" очков пропускает свет, а правое – нет. И наоборот. Недостатки такой системы - мерцание стереоизображения. Дело в том, что частота кадров изображения для каждого глаза вдвое меньше частоты обновления экрана. Чтобы устранить мерцания, необходимо использовать мониторы, которые могут работать с достаточно высокой частотой кадровой развертки (обновления) – порядка 120 Гц и выше.

Отличительной особенностью безочкового способа сепарации является отказ от применения каких-либо вспомогательных приборов непосредственно перед глазами зрителя. Поэтому такая система называется автостереоскопической. Раздельное наблюдение изображений стереопары в такой системе происходит благодаря применению специального раstra. Растр состоит из двух компонентов: экрана и оптического раstra (рис. 3).



*Рис3. Устройство растра*

На экране формируется так называемое кодированное изображение, состоящее из вштыгованных друг в друга кадров стереопары (рис4.).



*Рис. 4. Кодированное изображение*

Оптический растр представляет собой совокупность вертикально расположенных цилиндрических линз, каждая из которых прикрывает два столбца экрана. Для получения качественного стереоизображения необходимо, чтобы размер и шаг столбцов изображения на экране были строго согласованы. Долгое время практически единственным устройством отображения была ЭЛТ. Нелинейность строчной развертки при формировании изображения не позволяет использовать ЭЛТ для получения стереоизображения растровым способом. Однако матричные экраны, такие как, например, жидкокристаллические (LCD) и плазменные (PDP) панели, имеют принцип развертки изображения, позволяющий получить строго периодичную структуру чередующихся столбцов кадров стереопары. Следовательно, такие устройства удобно использовать для получения стереоизображения растровым способом – для создания автостереоскопических дисплеев.

Рассмотрим устройство стереоскопического дисплея подробнее. Основной функциональной частью дисплея является оптический растр, состоящий из вертикальных цилиндрических линз, назначение которых поясняет рис.5.

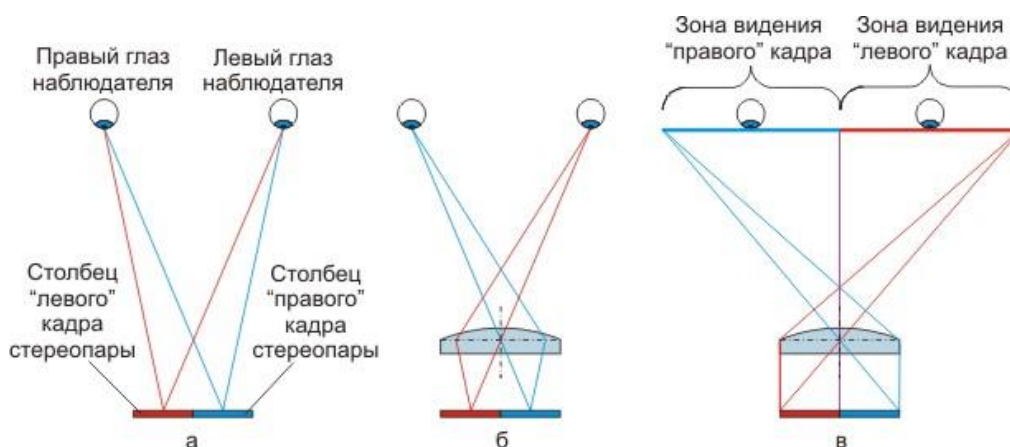


Рис. 5. Назначение линз

На рисунке показаны два столбца кодированного изображения, принадлежащие разным кадрам стереопары. При отсутствии линзы свет от каждого столбца распространяется во всех направлениях и попадает и в левый, и в правый глаз (рис. 5а). Однако каждую пару столбцов можно накрыть линзой, которая будет собирать расходящиеся лучи света от каждой точки и фокусировать их в точку на плоскости наблюдения (рис.5б). Если рассмотреть прохождение света от всех точек обоих столбцов, то можно заметить, что в плоскости наблюдения формируется увеличенное и перевернутое изображение пары

столбцов – зона стереовидения, которая состоит из зоны видения левого глаза и зоны видения правого глаза(Рис 5в). Положение линзы и ее параметры рассчитаны таким образом, чтобы ширина зоны стереовидения была вдвое больше глазного базиса (расстояния между хрусталиками глаз). Тогда наблюдатель, перемещаясь в пределах зоны видения, будет видеть левым глазом "левый" кадр стереопары, а правым – "правый".

На рис. 6 приведен фрагмент раstra автостереоскопического дисплея и некоторые его параметры.

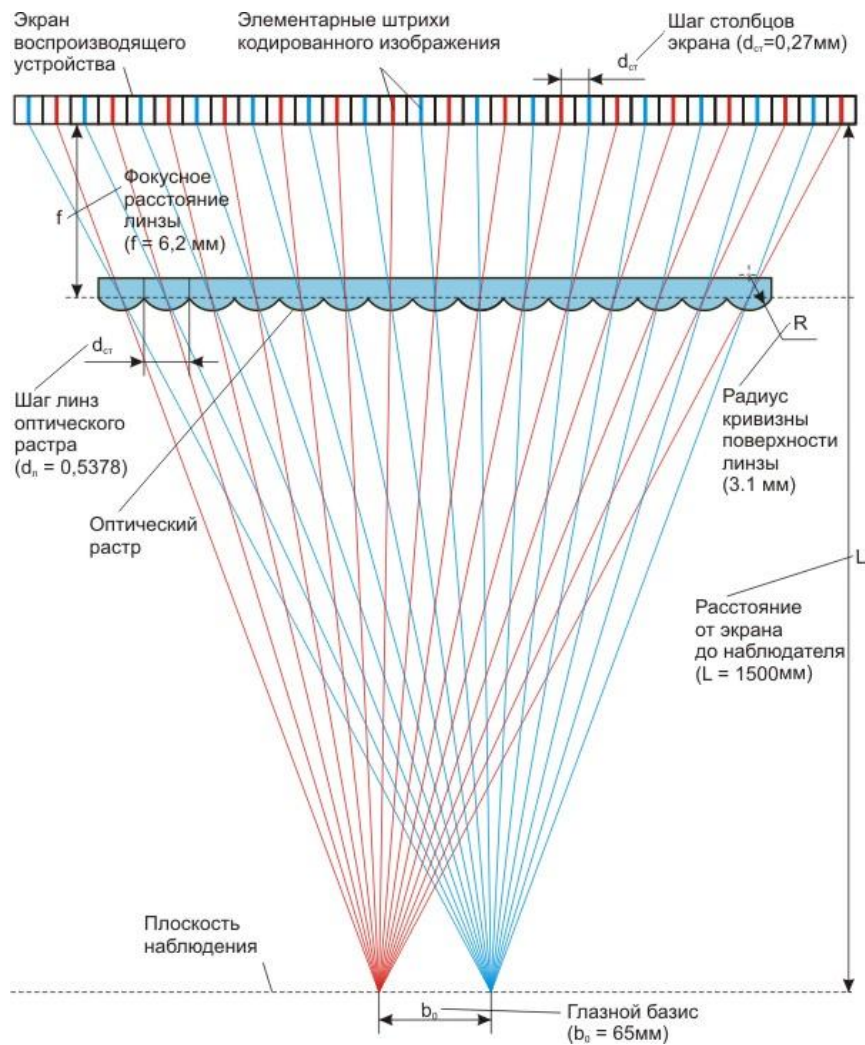
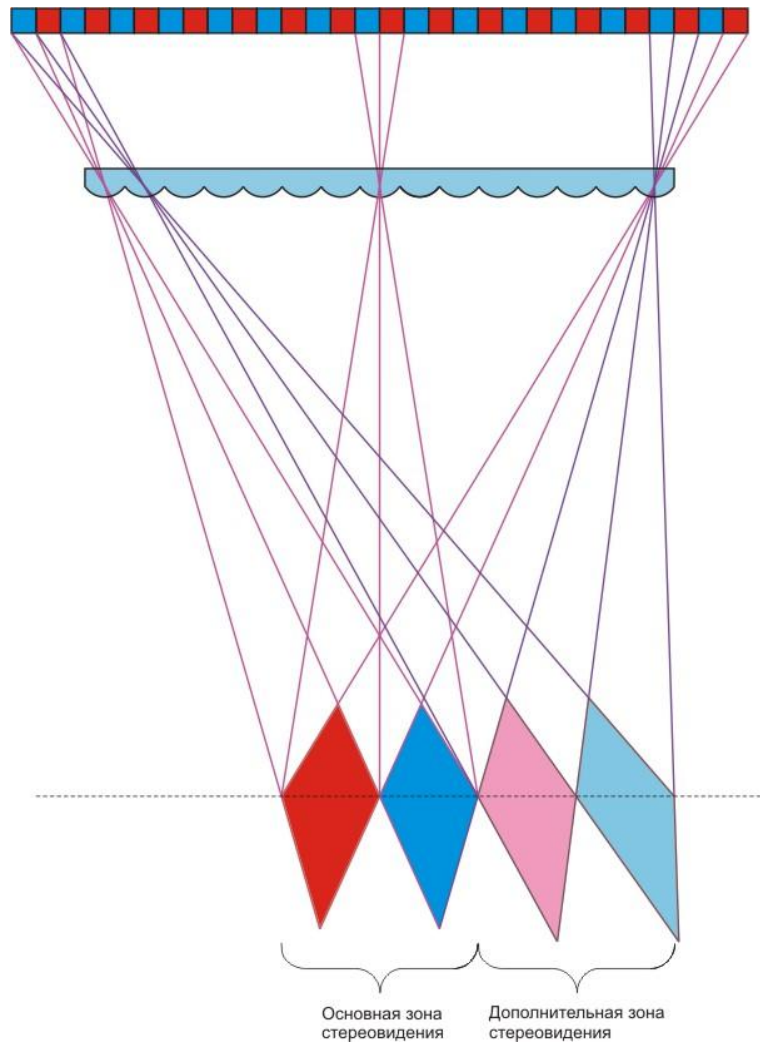


Рис. 6 Основные параметры раstra

Для наглядности показаны световые лучи, исходящие только из одной центральной точки каждого столбца, поэтому зона стереовидения выродилась в две точки – для левого и правого глаз. Если учесть, что свет излучают все точки столбца, а не только центральная, а также тот факт, что, находясь в зоне видения, глаз должен видеть все столбцы

соответствующего кадра стереопары, то можно заметить, что зона видения для любого из глаз имеет форму ромба. Кроме того, свет, излучаемый столбцом, распространяется во все стороны, а потому проходит не только сквозь "свою" линзу, но и через соседние. Происходит так называемое размножение зон видения. На рис.7 показаны только две зоны стереовидения.



*Рис. 7. Размножение зон видения*

Яркими цветами показана зона стереовидения, находясь в пределах которой, зритель видит все столбцы как левого, так и правого кадра стереопары. Поэтому эту зону стереовидения можно назвать основной. Справа и слева от основной зоны располагаются дополнительные зоны стереовидения. Одна из таких зон показана на рисунке (голубой ромб – зона видения правого глаза, а розовый – левого). Находясь в пределах этой зоны, наблюдатель не видит двух крайних столбцов в правой части экрана. В следующей

дополнительной зоне не видно уже четыре крайних столбца и так далее. Одиннадцатая зона располагается на расстоянии 1.5 метра от основной зоны видения, что соответствует углу зрения порядка  $45^0$ . При этом наблюдатель не видит 22 столбца. Однако для, например, ЖК-монитора 17" с физическим разрешением  $1280 \times 1024$ , эти столбцы составят менее 1% площади экрана. Таким образом, автостереоскопический дисплей позволяет наблюдать стереоизображение хорошего качества в пределах угла порядка  $100^0$ , то есть в плоскости наблюдения можно разместить три-четыре человека, каждый из которых будет видеть стереоизображение хорошего качества.

Растровый способ сепарации изображений известен очень давно. Еще в 1692 французский живописец Буа-Клэр (G.A. Bois-Clair) использовал щелевой растр – аналог линзового растра для достижения пространственного эффекта. С появлением фотографии линзовые растры стали широко применяться для получения стереоскопических и много ракурсных фотоснимков. Растровые экраны стали использовать в стереокино. В феврале 1941 года в московском кинотеатре "Москва" состоялась премьера стереоскопического фильма "Концерт", объемное изображение формировалось растровым экраном. Использованию растров в телевидении препятствовало отсутствие подходящих устройств отображения. Однако появление матричных экранов изменило ситуацию. В настоящее время уже освоено производство автостереоскопических дисплеев на основе LCD-панели. В прошлом году американская фирма StereoGraphics объявила о выпуске серии SynthaGram. Один из дисплеев этой линейки (SynthaGram 202) имеет следующие параметры:

- размер экрана - 20"
- разрешение -  $1600 \times 1200$
- яркость –  $250 \text{ кд/м}^2$
- контрастность – 300:1
- угол обзора –  $150^0$  (по горизонтали),  $120^0$  (по вертикали)
- стоимость – 4800\$

Для формирования стереоизображения только растрового экрана недостаточно. Любой видеоматериал, который воспроизводится растровым экраном, должен содержать информацию о двух ракурсах съемки (обзора). Большинство изображений, воспроизводимых компьютером, такой информации не содержат. Поэтому на этапе подготовки изображения к выводу на стереоэкран производится его аппаратная и программная конвертация в псевдостереоскопический формат. При конвертации используются два основных приема. Первый основывается на выделении (по яркостному или цветовому признаку) отдельных объектов в кадре и смещении их относительно других объектов при формировании кадров стереопары. Второй прием более прост в реализации. Он основывается на эффекте



квазистереоскопии – ощущения кажущейся объемности, возникающего при раздельном просмотре кадров стереопары, полученных из одного изображения путем его смещения относительно горизонтальных границ.

Несмотря на высокие качественные характеристики, приводимые StereoGraphics, автостереоскопические дисплеи имеют ряд недостатков. Часть из них обусловлена применением матрицы на жидких кристаллах. Это небольшие яркость и контраст, невысокое качество цветопередачи, неравномерное распределение яркости по полю экрана, наличие "хвостов" ("тянучек") за движущимися объектами и плохое отображение мелких деталей (текста). Другие недостатки обусловлены самим принципом растровой сепарации: уменьшение разрешающей способности по горизонтали вдвое, ухудшение качества изображения при удалении от основной зоны стереовидения, необходимость подбора положения головы для восприятия качественного стереоизображения.

Однако можно надеяться, что в скором времени многие из перечисленных недостатков исчезнут или станут незначительными. И тогда, вероятно, автостереоскопические дисплеи начнут вытеснять стереоэкраны, требующие дополнительных устройств сепарации.