



# Современные жидкокристаллические стереодисплеи

*Ольга Зинченко, Александр Смирнов,  
Александр Чекурин, Александр Инвалев*

## Введение

Оглушительный успех фильма «Аватар» Джеймса Кэмерона (2,7 млрд долларов в мировом прокате, 100 млн – в российском, из них 80% дали 3D-кинотеатры) заставил вспомнить уже почти забытые слова создателя другого фильма «всех времен и народов», Сергея Эйзенштейна: «Сомневаться в том, что за стереокино завтрашний день, так же наивно, как сомневаться в том, будет ли завтрашний день вообще!». Однако 3D-революция назревает не только в киноиндустрии. По мнению агентства EETimes, стереоскопическая 3D-визуализация станет одной из 10 ключевых технологий на ближайшее десятилетие в IT вообще, и «номер 1» – в дисплейных и телекинетехнологиях. Согласно прогнозу изучающей рынок дисплеев компании DisplaySearch, сектор 3D-дисплеев и телевизоров вырастет с 640 млн долларов США в 2009 году до 40 млрд в 2018 году, а объем продаж увеличится с 1 млн единиц в прошлом году до 260 млн в 2018 году, то есть 3D-технология становится основной тенденцией на потребительском рынке, в том числе в телевидении, компьютерных играх, видео- и фотосъемке. Поэтому, несмотря на то, что 3D-технологии известны уже давно и довольно широко используются в науке (органическая химия, микроскопия, медицина и пр.) и промышленности (картография, дизайн, радиоэлектроника и пр.),

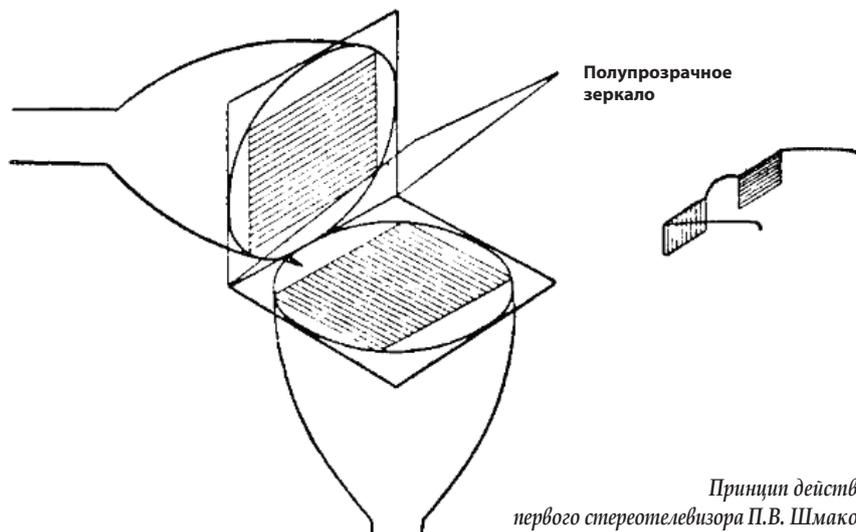
слова о 3D-революции в связи с взрывным ростом количества устройств 3D-отображения и расширением сфер их применения не будут большим преувеличением. Однако в этой статье мы ограничимся рассмотрением только компьютерных стереодисплеев и только с точки зрения их пригодности для профессионального применения, так как рамки одной статьи не позволяют охватить все разнообразие 3D-устройств: телевизоры, проекторы, шлемы и очки со встроенными мониторами, коллиматорные и голографические системы и пр. Также невозможно в одном материале рассказать и о всех вариантах их применения: для развлечений, обучения, игр, рекламы и т.д. Под профессиональными мы понимаем задачи, требующие длительной обработки изображений в стереорежиме: фотограмметри-

ческие измерения в картографии, монтаж стереоскопических видеofilмов, сравнение стереопар в криминалистике и т.п.

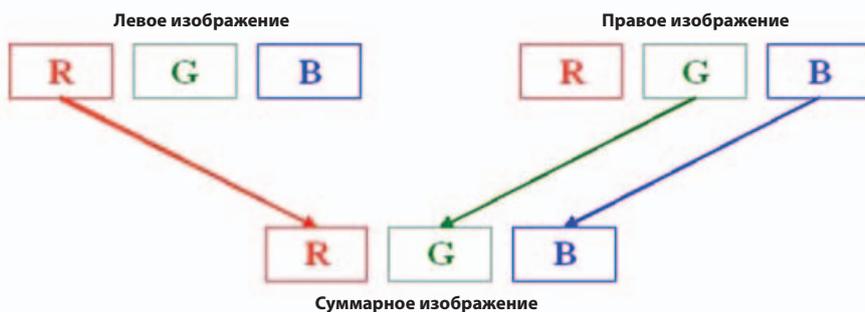
## Историческая справка

Технология стереоскопического показа является современником фотографии и кинематографа: первый патент на электромеханические затворные очки для просмотра стереofilмов был выдан еще в XIX веке, а первый известный авторам статьи цветной стереотелевизор был изготовлен под руководством П.В. Шмакова в Ленинградском электротехническом институте связи им. М.А. Бонч-Бруевича еще до начала массового цветного телевидения:

Еще раньше начал использоваться анаглифический метод, основанный на свойствах светофильтров пропускать одни и задерживать другие лучи в зависи-



*Принцип действия  
первого стереотелевизора П.В. Шмакова*



*Анаглифический метод*

мости от их цвета. Как правило, используются красный и дополнительный к нему сине-зеленый (циан) светофильтр, а на экран дисплея выводится изображение, полученное цветовым наложением двух изображений стереопары. При этом в каждом пикселе суммарного изображения составляющая R (красная) соответствует таковой в левом изображении, а составляющие G (зеленая) и B (синяя) – в правом.

При просмотре суммарного изображения через цветные фильтры (красный и сине-зеленый), пропускающие световые пучки красного и синего с зеленым цветом к разным глазам, формируется стереоэффект. Благодаря крайней простоте (а значит и низкой стоимости) анаглифических очков, представляющих собой два разноцветных стекла или пленки в оправе, и отсутствию дополнительных ограничений на конфигурацию компьютера, анаглифическое стерео представляется оптимальным для демонстрационных целей. Недостатком является то, что при просмотре через сине-красные очки приглушается цвет изображения, а для получения качественной стереокартины необходимо точное соответствие цветовой гаммы очков и цветового спектра дисплея, в противном случае возникает двоение контуров объектов, что затрудняет их восприятие. Кроме того, при работе с цветными растрами наблюдаются проблемы с изображением объектов, имеющих цвет, близкий к красному или циановому. Адаптация зрителя к специфическим условиям восприятия происходит достаточно быстро. Однако после долгого пребывания в анаглифи-

ческих очках у зрителя на некоторое время снижается цветовая чувствительность и возникает ощущение дискомфорта от восприятия обычного (не красно-голубого) мира.

Примерно 20 лет назад, после появления быстродействующих ЖК-затворов и ЭЛТ-дисплеев (то есть дисплеев на основе электронно-лучевой трубки), стал развиваться более совершенный метод временного разделения кадров – так называемый эклипсный метод, который позволял сохранить цвета изображения. При эклипсном методе на экран дисплея последовательно по времени выводится правое и левое изображение стереопары, и синхронно с выводом изображений открывается/закрывается правый/левый оптический затвор ЖК-очков. При достаточно высокой частоте смены кадров (>100 Гц, порог зависит от яркости экрана и общей освещенности) ракурсы стереопары воспроизводятся слитно, без мерцания и артефактов.

Позднее эклипсный метод был почти забыт широкой публикой. Это связано прежде всего с интенсивным развитием ЖК-технологий. Более компактные ЖК-дисплеи практически полностью вытеснили с рынка традиционные ЭЛТ-дисплеи. Кроме компактности, ЖК-дисплеи обладают рядом преимуществ по сравнению с ЭЛТ-дисплеями: более стабильным изображением и отсутствием мерцания. Однако до недавнего времени ЖК-дисплеи обладали слишком низкой скоростью смены изображения, что не позволяло реализовать на них эклипсный метод с нужной частотой кадров: 100 Гц и выше. Во многом благодаря этому стали развиваться другие

методы получения стереоизображения, более пригодные для реализации на ЖК-дисплеях, в основном – поляризационные. Более подробно эти стереодисплеи, а также современная реинкарнация эклипсного метода на основе новейших быстрых ЖК-дисплеев, и будут рассмотрены ниже.

## Типы 3D-дисплеев

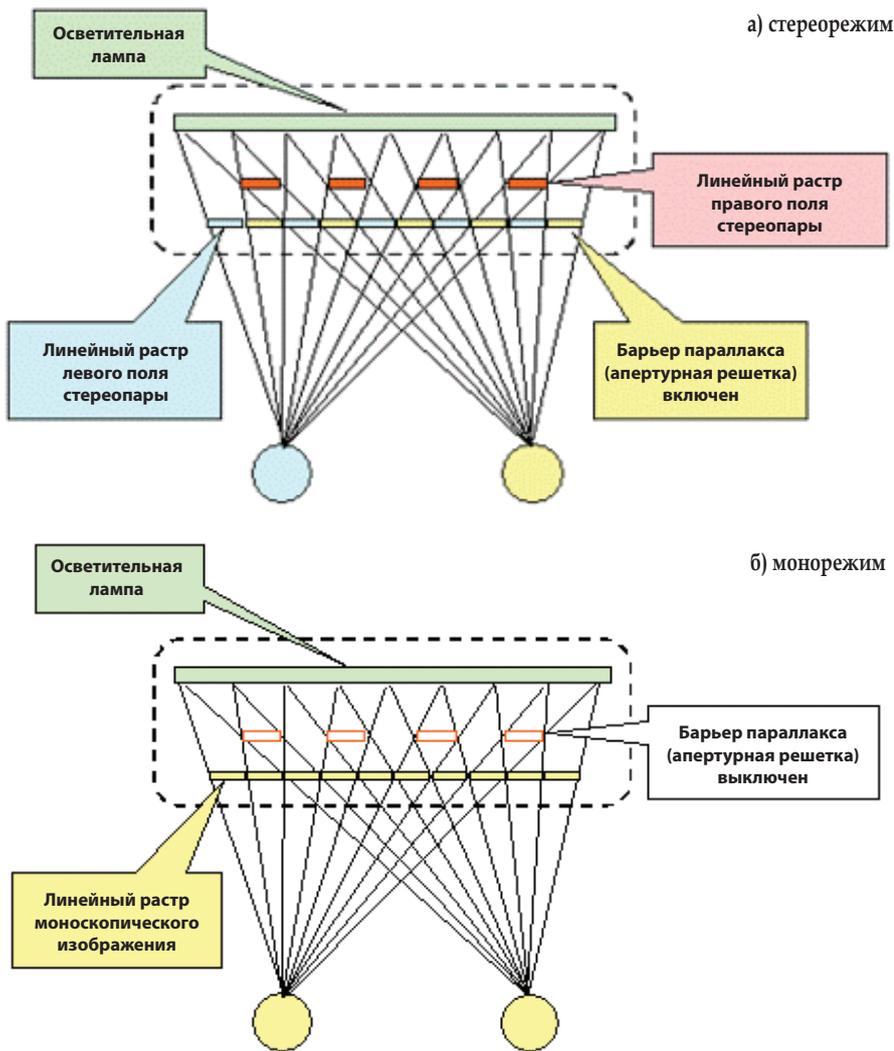
Современные 3D-дисплеи по способу 3D-визуализации можно разделить на несколько типов: стереоскопические, голографические и волномерические (на объемных носителях). Последние два типа не получили массового распространения и представляют собой в основном лабораторные или демонстрационные образцы, а потому в данном обзоре рассматриваться не будут.

Стереоскопические дисплеи используют свойство бинокулярности зрения и получили наибольшее развитие. Такие дисплеи воспроизводят два изображения (ракурса) объемной сцены с разных точек зрения, одно из которых предназначено для левого, а другое – для правого глаза. Далее в мозгу происходит сравнение и обработка данных изображений, и по разности в координатах (параллаксу) соответствующих (корреспондирующих) точек делается вывод о расстоянии до них (строится карта глубины).

Стереоскопические дисплеи, в свою очередь, делятся на автостереоскопические (не требующие использования очков) и остальные, для которых требуются дополнительные очки для разделения ракурсов.

### Автостереоскопия

Автостереоскопия получила развитие благодаря изобретению ЖК-дисплеев. Наиболее распространены модели на основе эффекта барьера параллакса. Барьер параллакса представляет собой еще один дополнительный встроенный ЖК-экран. В режиме моно этот экран полностью прозрачен, а при активации стереорежима представляет собой сетку из вертикальных непрозрачных полос, которые затемяют свет от лампы



Упрощенная схема принципа действия апертурно-растрового автостереодисплея

на тех или иных пикселах в зависимости от угла зрения.

Как видно, метод автостереоскопии достаточно прост и не требует дополнительных конструкций, внешне автостереодисплеи выглядят так же как обычные ЖК-дисплеи.

Такие фирмы как SeeReal (ФРГ), Sharp (Япония), Dimension Technologies (США), Pavonine (Корея) уже оснастили ряд своих моделей трехмерной автостереовизуализацией.

Тем не менее, автостереодисплеи нельзя рассматривать как профессиональные, поскольку им свойственны существенные недостатки. Во-первых, происходит значительная потеря горизонтального разрешения (каждый глаз видит только часть столбцов, при этом по краям несколько столбцов сливаются). Во-вторых, стереоэффект может быть виден только в опре-

деленных «зонах восприятия», отклонение от которых приводит к потере стереоэффекта или артефактам типа муара или радуги, а также к так называемому «перещелкиванию» ракурсов. Автостереоскопические модели отслеживают положение зрителя и изменяют апертуру в зависимости от точки просмотра, расширяя таким образом ширину зоны стереовосприятия, но не решают проблему полностью. Описанные модели хороши в основном для демонстрационных целей, так как не требуют очков.

Наряду с апертурно-растровыми стереодисплеями существуют и линзо-растровые (модели фирм ELSA, Philips, SeeReal Technologies), но поскольку они работают только в 3D-режиме, то являются специфическими и практически не используются в профессиональных приложениях.

## SDI-коллекция TELEVIEW

**DSC844** – 8-входовой SDI-микшер: *135 тыс. руб.*  
 Полиэкранный процессор, дополнительные аналоговые входы/выходы видео и звука  
 Наложение графики и титров



**DSC824** – коммутатор SDI 8×4 с полиэкранным процессором: *69 тыс. руб.*  
 8 кадровых синхронизаторов; переключение входов без подрыва синхронизации  
 Полиэкранный интерфейс – 8 входов/4 выхода  
 4 настраиваемых выхода



### Преобразователи SDI:

- ADAC-1 – аналоговый → SDI с вложением звука: *20 тыс. руб.*
- ADAC-2 – DV → SDI (с выводом звука): *25 тыс. руб.*
- ADAC-3 – SDI → аналоговый (с выводом звука): *27 тыс. руб.*
- ADAC-4 – HDMI → HD/SD-SDI с понижающим конвертером HD-SDI → SDI: *25 тыс. руб.*



### А ТАКЖЕ

- DSC804** – коммутатор SDI 8×4: *48 тыс. руб.*
- DSC QuadSDI** – квадратор 4×SDI сигналов с выводом на DVI: *28 тыс. руб.*
- Videolink HD** – накамерная PPL для сигналов HD-SDI и HDMI – от *450 тыс. руб.*
- Videolink** – накамерная PPL для сигналов SDI и композитных: от *300 тыс. руб.*

**Разветвители SDI/ASI 1×4**  
 1...8 каналов в одном корпусе

[HTTP://www.teleview.ru](http://www.teleview.ru)  
 E-mail: [info@teleview.ru](mailto:info@teleview.ru)

- «Окно-ТВ Москва» – (495) 617-5757, 543-9393
- «Окно-ТВ Сибирь» – (383) 212-5251
- «Окно-ТВ Казахстан» – (727) 250-4771, 250-7233
- «Окно-ТВ Санкт-Петербург» – (812) 640-0221

### 3D-технологии с очками

Основное внимание будет уделено обзору конкретных, доступных в продаже моделей, для работы с которыми необходимы специальные поляризационные или затворные очки. Необходимость использования дополнительных очков компенсируется устранением ряда недостатков, свойственных автостереоскопии. В частности, сохраняются качество и разрешение исходного изображения, свобода положения головы пользователя, поддержка стандартными графическими библиотеками и видеодрайверами.

Рассмотрим классы стереодисплеев, которые можно выделить внутри данной группы по способу стереовизуализации: эклипсные, чересстрочные, фазово-поляризационные и зеркальные.

#### Эклипсные 120-герцовые ЖК-дисплеи

Как уже упоминалось выше, эклипсный метод стереоотображения основан на попеременном показе с высокой частотой изображений для левого и правого глаза и синхронного с показом нужного ракурса переключения оптических ЖК-затворов стереочков. С ЭЛТ-дисплеями данный метод используется уже свыше 20 лет, но только недавно появились ЖК-дисплеи, способные

обновлять изображение с нужной частотой. Первой моделью 120-герцового ЖК-дисплея стал Samsung SyncMaster 2233RZ.

Подобные дисплеи с диагональю 22"... 24" позднее выпустили также фирмы LG, ViewSonic, Acer и др. 3D-параметры данных дисплеев близки, так как используется общая элементная база: на сегодня основными производителями ЖК-матриц для дисплеев и телевизоров с частой кадровой развертки 120 Гц являются Samsung и LG, открывшие для этого специализированные производства. Обычно стереодисплеи маркируются логотипом 3D Ready или просто 3D. Главной особенностью 3D-дисплеев является повышенная частота кадров (120 Гц) и увеличенная пропускная способность канала данных (используются оба канала интерфейса DVI – так называемый Dual Link DVI). В остальном это обычные ЖК-дисплеи как по конструкции, так и по потребительским свойствам, поэтому уже в ближайшее время логотип 3D Ready может стать вполне обычным для большинства дисплеев.

Помимо стереодисплеев, эклипсный метод сейчас также используется в ноутбуках со 120-герцовыми ЖК-экранами (выпускаются компаниями MSI и

Asus), в ЖК- и плазменных 3D-телевизорах (на сегодня доступны модели с размерами по диагонали 50"...65" фирм Samsung, Sony, Panasonic и др.).

При эклипсном методе, помимо дисплея, существенной частью системы являются затворные очки, так как они представляют собой довольно сложное устройство, от которого в большой степени зависят качество 3D-изображения, стоимость системы и удобство пользователя. Большинство производителей 3D-телевизоров комплектует их очками собственного производства. Для компьютерных ЖК-дисплеев в основном используется комплект «очки + USB-передатчик» 3D Vision фирмы NVidia (США).

Остальные фирмы выпускают специализированные устройства для профессиональных видеокарт с аппаратной поддержкой стереорежима или со специальным программным обеспечением, так как для синхронизации переключения изображения на экране и затворов очков требуется глубокая интеграция драйверов видеокарты и контроллера управления очками, что доступно только фирме-разработчику видеодрайвера. Однако фирма Nvidia, выпустив собственные 3D-очки, не предоставила доступ к механизму синхронизации видеодрайвера сторонним разработчикам. Попытки фирм iZ3D и DDD создать универсальный драйвер с поддержкой эклипсного стереорежима трудно назвать удачными: из-за необходимости поддержки стереоизображений на уровне ядра



Стереодисплей Samsung SyncMaster 2233RZ



Комплект NVidia 3D Vision

видеодрайвера, а также высокой скорости развития современных видеокарт, драйверы сторонних разработчиков оказываются ограничены по функциональности и, как правило, отстают с поддержкой видеокарт на 1...2 поколения чипсетов. Однако в ближайшее время ситуация может измениться: основной конкурент NVidia – фирма AMD/ATI – выступила с инициативой OpenStereo, которая предполагает открыть доступ к средствам синхронизации переключения изображений и затворов очков для сторонних разработчиков. Кроме того, в стереодисплеях следующего поколения смена изображений стереопары будет, скорее всего, производиться аппаратно – самим дисплеем (а не драйвером видеокарты, как сейчас), при этом стандартизованный передатчик управления очками будет уже встроен в дисплей. Данная схема предоставит более широкий выбор стереочков и, соответственно, снизит цены: в настоящее время стоимость очков NVidia 3D Vision сравнима с ценой обычного 19" дисплея. На сегодня о своих планах выпустить альтернативные затворные ЖК-очки для 3D-дисплеев объявили фирмы Xrand (США) и «Авкор» (Россия). Последние будут нести торговую марку StereoPixel.

Что касается стоимости, то сейчас 120-герцовый 3D-дисплей в полтора-два раза дороже, чем обычный ЖК-дисплей с экраном того же размера, но в перспективе их цены должны сравняться,

так как различия в конструкции не принципиальны. Стоимость комплекта очков и передатчика NVidia составляет примерно 200 долларов США, стоимость дополнительных очков – 150 долларов. Однако, по мере появления альтернативных поставщиков, цена очков должна значительно снизиться – до уровня 50...100 долларов за пару.

Достоинства мониторов данного типа:

- ◆ сравнительно невысокая цена;
- ◆ стандартные габариты;
- ◆ совместимость с имеющимися стандартами графики (OpenGL – для профессиональных видеокарт, DirectX/Nvidia 3D Vision – для видеокарт на основе чипсетов Nvidia Geforce).

Недостатки:

- ◆ мерцание изображения из-за импульсного режима показа (изображения показываются последовательно на одном экране). Для снижения мерцания обычно повышают частоту кадров: считается, что при частоте кадров 120 Гц мерцания практически не видно. Однако для ЖК-стереодисплеев проблема усугубляется малой скважностью показа изображения: из-за низкого быстродействия ЖК-матрицы соответствующий затвор очков открывается не сразу по смене кадров, а только по окончании переключения матрицы дисплея. В результате, при частоте кадров 120 Гц из рабочего периода 16 мс каждое изображение показывается только 2 мс (то есть со скважностью



3D-очки StereoPixel

1:8, тогда как у ЭЛТ-дисплеев она равна 1:2), что значительно увеличивает общее мерцание изображения;

- ◆ значительное снижение яркости изображения: типичное пропускание ЖК-затворов в открытом состоянии составляет 20...35%, поэтому при скважности открытия затвора 1:8 результирующая яркость стереоизображения не превысит 5% от яркости экрана в монорежиме, что создает дополнительную нагрузку на зрение и значительно ухудшает качество стереозффекта, особенно на динамичных сценах;
- ◆ высокая цена затворных очков и дополнительные затраты на элементы питания при их эксплуатации.

*Окончание следует*

**ИТМ** профессиональное телевизионное оборудование

# ТРАНСКОДЕРЫ PAL-SECAM AV-КОММУТАТОРЫ

[495] 517-33-54 [496] 480-10-02 <http://www.itm.ru>