

# ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕРЕОМОНИТОРОВ

Зинченко О.Н., Смирнов А.Н., Чекурин А.Д., компания «Ракурс»

## Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА
3. ТИПЫ СТЕРЕОМОНИТОРОВ
  - 3.1. Автостереоскопия
  - 3.2. Современные технологии компьютерной стереовизуализации, использующие в качестве аппаратных средств стереомонитор и поляризационные очки
    - 3.2.1. «Интерлейсные» стереомониторы
    - 3.2.2. «Поляризационно-фазовые» стереомониторы
    - 3.2.3. Зеркальные стереомониторы
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ И ИЛЛЮСТРАЦИЙ

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий привело к тому, что принципиально изменилась технология многих производственных процессов и научных исследований. Люди привыкли получать исходные данные в цифровом виде, обрабатывать их на компьютере и наблюдать результаты на экране монитора.

В большинстве случаев мы не отдаем себе отчета в том, что изображение на мониторе плоское, тогда как окружающий мир мы видим объемным.

Тем не менее, сегодня большой интерес потребителей и разработчиков вызывает все, что направлено на «углубление» нашего восприятия компьютерной информации. Трехмерное компьютерное видение чрезвычайно важно в таких областях, как фотограмметрия, химия, медицина, для различных научных изысканий, в моделировании, дизайнерском деле, а также в индустрии компьютерных игр.

Повышение качества исходных данных, совершенствование программного обеспечения, создание мощных компьютеров и видеокарт позволяет надеяться на возможность получения качественного 3D-изображения при наличии соответствующего средства визуализации.

На сегодняшний день таким средством все чаще становятся специальные стереомониторы, обзору которых и посвящена эта статья.

Тема применения стереомониторов довольно обширна, поэтому здесь она будет освещена только с точки зрения использования различных типов стереомониторов в области профессиональной фотограмметрии и картографии.

## 2. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

В условиях все более глубокого погружения деятельности человека в виртуальную среду компьютер совмещает в себе все больше функций, реализуемых ранее с помощью различных устройств. Такие приборы, как стереоскоп, стереокомпаратор, стереометр и другие (широко применяемые в прошлом веке), уже потеряли свою актуальность, поскольку стереонаблюдения, а также стереоизмерения выполняются на РС, что обеспечивает компактность и быстродействие производственного процесса.

Началом истории компьютерной стереовизуализации можно считать 80-е годы прошлого века. С этого времени пионеры компьютерного 3D стали изобретать разнообразные способы получения стерео на экране монитора. Основной технологической проблемой получения стереоэффекта являлось создание условий, при которых каждый глаз наблюдателя видит только ту составляющую стереопары, которая предназначена для него: левый глаз видит левое изображение, правый — правое. Существует три основных принципа разделения левого и правого изображений: принцип спектрального разделения; принцип временного разделения; принцип пространственного разделения.

Среди аппаратных решений для наблюдения компьютерного стерео, реализованного первыми двумя способами, наибольшей популярностью пользовались и пользуются до сих пор мониторы с электронно-лучевыми трубками (CRT-мониторы) в паре со специальными стереочками.

Самым доступным является **анаглифическое стерео**, которое основано на принципе спектрального разделения и использует свойства светофильтров пропускать лучи только определенных цветов и задерживать лучи других цветов. Каждый пиксел компьютерного изображения состоит из трех цветовых составляющих: «R», «G» и «B». На экран монитора выводятся одновременно два изображения, образующие стереопару. При этом в каждом пикселе суммарного изображения «R» (красная) составляющая соответствует таковой в левом изображении, а «G» (зеленая) и «B» (синяя) составляющие — в правом (рис. 1).

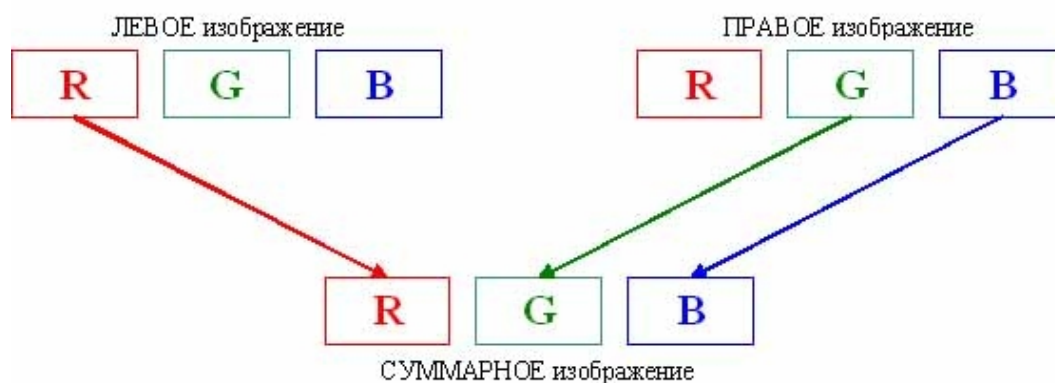


Рисунок 1. Схема анаглифического метода воспроизведения стереоэффекта на компьютере

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 идеальным для демонстрационных целей. Недостатком является то, что для получения качественной стереокартины необходимо точное соответствие цветовой гаммы очков и цветового спектра монитора, в противном случае возникает «двоение» контуров объектов, что затрудняет их восприятие. Кроме того, при работе с цветными растрами наблюдаются проблемы с изображением объектов, имеющих чистые или близкие к чистым красному и циановому цветам. Адаптация наблюдателя к специфическим условиям восприятия происходит достаточно быстро. Однако после долгого пребывания в анаглифических очках у наблюдателя на некоторое время

снижается цветовая чувствительность и возникает ощущение дискомфорта от восприятия обычного (не красно-голубого) мира.

При **временном разделении** на экран дисплея *последовательно* выводятся правое и левое изображения стереопары. Для наблюдения стереоэффекта используются затворные жидкокристаллические стереочки, в которых последовательно открываются и закрываются правый и левый окуляры, синхронно с выводом изображений на экран. Для синхронизации применяется специальная электронная схема. Существует два режима реализации принципа временного разделения: *интерлейсный* и *покадровый*.

В **интерлейсном** режиме выводятся только четные или нечетные строки каждого из изображений, формирующих стереопару. В таком режиме происходит потеря вертикального разрешения вдвое за счет того, что каждое изображение представлено только половиной строк. Тем не менее, метод получил довольно широкое распространение в профессиональной среде за счет относительной дешевизны (кроме специальных очков практически нет дополнительных требований к видеокарте и монитору). К тому же, в данном режиме частота переключения очков увеличивается вдвое и, соответственно, уменьшается мерцание изображения.

При **покадровом** режиме на экран дисплея выводятся все строки (полный кадр) левого и правого изображений, а не через одну, как в интерлейсном режиме. Относительный недостаток покадрового режима заключается в дополнительных ограничениях на модель монитора (он должен обладать частотой кадровой развертки не менее 100—120 Гц и низкой инерционностью послесвечения кинескопа) и на видеокарту (видеокарта должна иметь аппаратную поддержку покадрового стерео). До недавнего времени дополнительные ограничения заметно сказывались на цене, поскольку соответствующие профессиональные мониторы и видеокарты стоили заметно дороже обычных. Несмотря на это покадровый режим является наиболее комфортным и обеспечивает наилучшее качество стереоизображения (без потери разрешения) и наиболее широко распространен в профессиональной среде.

Существует также принцип **пространственного** разделения, когда левое и правое изображение выводятся *одновременно* в левую и правую части дисплея. В качестве дополнительных устройств, применяемых для наблюдения стереоизображения, в данном случае выступают специальные оптические системы (стереоскопические насадки). Существенными недостатками такого метода являются резкое (в два раза) сужение поля зрения и неподвижное положение оператора. Этот принцип не является широко используемым.

Параллельно в эти же годы создавались и первые специальные стереомониторы, однако они не получили широкого распространения. Ранние модели не обеспечивали надлежащего качества изображения и комфорта работы оператора, в результате чего не выдерживали конкуренции с обычными более дешевыми CRT-мониторами в паре со стереочками. Они воспринимались не как коммерческий продукт, готовый к употреблению, а как некие экзотические разработки (примерно так мы сегодня смотрим на электромобили).

Однако, в последние два-три года приоритеты на рынке сместились в сторону стереомониторов. Это однозначно связано с интенсивным развитием технологий жидкокристаллических (ж/к, LCD) мониторов. Более компактные LCD-мониторы практически полностью вытеснили с рынка традиционные CRT-мониторы. Это поставило крест на дальнейшем использовании профессионального покадрового стереометода с использованием затворных очков, поскольку LCD-мониторы не поддерживают необходимую частоту и не могут быть в этом смысле аналогами электронно-лучевых дисплеев.

С другой стороны, LCD-мониторы обладают кроме компактности рядом преимуществ по сравнению с CRT-мониторами, а именно более четким изображением и отсутствием мерцания, поэтому стереомониторы, содержащие LCD-панели в качестве составляющих, вызывают в последнее время повышенный интерес.

Все это объясняет тот факт, что хотя 3D-мониторы известны уже давно, мы говорим о них, как о чем-то новом сегодня.

### 3. ТИПЫ СТЕРЕОМОНИТОРОВ

Современные стереомониторы можно разделить на несколько типов по способу стереовизуализации: стереоскопические, голографические и волюметрические (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 мониторы используют в качестве средства стереовизуализации стереоскопию и получили наибольшее развитие. Такие мониторы воспроизводят два ракурса объемной сцены, один из которых предназначен для левого, а другой — для правого глаза.

Стереоскопические мониторы, в свою очередь, делятся на автостереоскопические (не требующие дополнительно использования очков для разделения левого и правого изображений стереопары) и те, которые подразумевают использование облегченных поляризационных очков.

#### 3.1. АВТОСТЕРЕОСКОПИЯ

Компьютерная автостереоскопия получила развитие благодаря изобретению LCD-мониторов. В последнее время началось массовое производство моделей апертурно-растровых автостереоскопических стереодисплеев на основе применения 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 создают тени от лампы в нужных местах экрана (рис. 2).

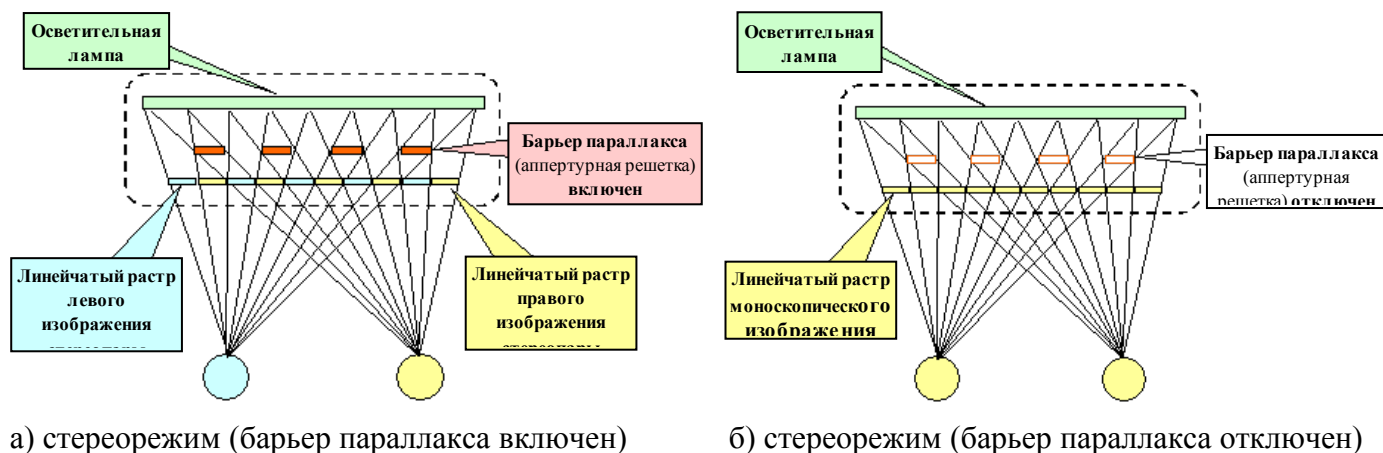


Рисунок 2. Упрощенная схема принципа действия апертурно-растрового автостереодисплея [1]

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

Такие фирмы, как Sharp (Япония), Dimension Technologies Inc. (США), Pavonine (Корея), уже оснастили ряд своих моделей трехмерной автостереовизуализацией [7].

Тем не менее, автостереодисплеи нельзя рассматривать как профессиональные, поскольку им свойственны существенные недостатки. Во-первых, происходит потеря горизонтального разрешения вдвое (один глаз видит только четные, а другой — нечетные столбцы). Во-вторых, стереоэффект может быть виден только в определенных «зонах восприятия», отклонение от которых приводит к потере стерео. Описанные модели хороши в основном для демонстрационных целей.

Наряду с апертурно-растровыми стереодисплеями существуют и линзо-растровые (модели фирм ELSA, Philips, SeeReal Technologies) [7], но так как они работают только в 3D-режиме, то являются специфическими и не пользуются широким спросом.

## 3.2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СТЕРЕОВИЗУАЛИЗАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ В КАЧЕСТВЕ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ СТЕРЕОМОНИТОР И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ОЧКИ

Основное внимание и обзор конкретных, доступных в продаже моделей будет посвящен именно этой группе мониторов, для работы с которыми необходимы специальные поляризационные очки. Необходимость использования очков компенсируется устранением ряда недостатков, свойственных автостереоскопии. Кроме того, поляризационные очки намного легче затворных, не снабжены проводами и внешне очень похожи на обычные очки с диоптриями, их не надо приобретать отдельно, они входят в комплект поставки стереомонитора.

Рассмотрим классы стереомониторов, которые можно выделить внутри данной группы по способу стереовизуализации: «интерлейсные», «фазово-поляризационные» и зеркальные.

### 3.2.1. «Интерлейсные» стереодисплеи

«Интерлейсные» стереодисплеи эксплуатируют давно известный принцип чересстрочного стерео (принцип временного разделения, интерлейсный режим, раздел 2), выводя его на новый уровень. В таких дисплеях, благодаря появлению LCD-технологий, стал возможным *одновременный, а не последовательный вывод* на экран двух составляющих стереопары. Одна половина стереопары выводится на четных строках, другая — на нечетных. Кроме того, левое и правое изображения имеют ортогональную линейную или противоположно направленную круговую поляризацию, благодаря чему происходит разделение изображений для левого и правого глаз при просмотре через поляризационные очки.

По сравнению с чересстрочным стерео, которое получалось с помощью CRT-монитора и затворных очков, прогресс налицо:

- LCD-монитор более компактен,
- изображение более четкое,
- исключено мерцание, свойственное электронно-лучевому дисплею,
- поляризационные очки намного легче и удобней, чем затворные,
- по-прежнему отсутствуют ограничения на видеокарту.

Кроме того, стоимость интерлейсных стереодисплеев не очень высока, а в последнее время появляются и совсем недорогие модели.

Тем не менее, никуда не делись такие проблемы, как:

- потеря разрешения,
- повышенная утомляемость от разглядывания долгое время неровного, «полосчатого» изображения,
- ограниченная поддержка профессиональным программным обеспечением, в первую очередь драйверами OpenGL,
- плохая читаемость элементов интерфейса в оконном режиме.

Разработчики пишут о возможности применения мониторов в таких сферах, как медицина, игровая компьютерная индустрия, обучение, дизайн, и для разнообразных научных изысканий. Одним словом, мониторы могут служить в качестве аппаратных средств для работы с программным обеспечением, поддерживающим интерлейсный стереорежим.

Тем не менее, с учетом вышеописанных недостатков можно заключить, что интерлейсные стереомониторы можно рассматривать как полупрофессиональные (уступающие по ряду характеристик описанным ниже зеркальным и фазово-поляризационным). Эти модели лучше всего приспособлены для демонстрационных целей и восприятия компьютерных игр.

## Стереомониторы Zalman (Корея), [www.zalman.co.kr/](http://www.zalman.co.kr/)

Корейская компания Zalman, известная прежде всего производством высококачественных систем охлаждения для ПК, элитных корпусов и наушников, освоила производство стереомониторов. В марте 2007 года две модели, ZM-M190 и ZM-M220W, с размером экрана 19" и 22" соответственно, были впервые представлены на международной выставке СеВIT'07.

Представленные модели вошли в новую серию Trimon и на сегодняшний день доступны в продаже (рис. 3).

### Принцип реализации стерео

Стереорежим в мониторах Zalman реализован по принципу, аналогичному режиму Interlace. Поляризация производится с помощью специального «полосчатого» фильтра, находящегося на поверхности экрана. Разделение изображений для левого и правого глаз происходит с помощью поляризационных очков, которые поставляются в комплекте (рис. 4).



Рисунок 3. Стереомониторы Zalman.

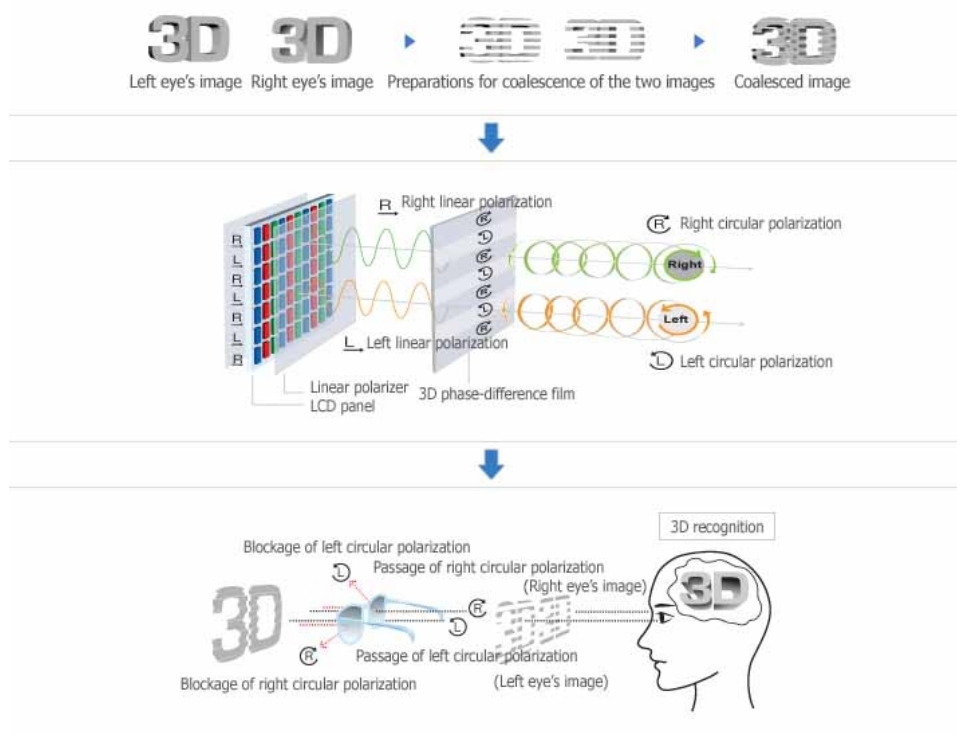


Рисунок 4. Схема принципа действия интерлейсного стереодисплея [2]

### Стоимость

На сайте компании ПИРИТ [http://www.pirit.ru/new\\_catalog.asp?cat1=7651&cat2=20938](http://www.pirit.ru/new_catalog.asp?cat1=7651&cat2=20938), специализирующейся на поставках компьютерной техники в России, приведены следующие цены: Zalman ZM-M190 стоит \$610, Zalman ZM-M220W — \$775.

### Достоинства

- Приемлемая цена.
- Круговая поляризация, позволяющая оператору менять наклон головы без потери стереоизображения.
- Стереочки (поставляемые в комплекте) имеют специальную насадку для крепления обычных очков с диоптриями.

## Недостатки

Недостатки Zalman относятся, главным образом, к стереорежиму, реализованному в данных мониторах, и перечислены в начале обзора интерлейсных стереодисплеев.

При проведении фотограмметрических работ и стереодешифрировании мелких объектов для компенсации эффекта потери вертикального разрешения необходимо работать в увеличенном масштабе, что не всегда комфортно.

Потеря разрешения и микрополосчатость сказываются на повышенной утомляемости оператора при необходимости продолжительной работы и, как следствие, на потере производительности.

К недостаткам относится также малый угол обзора в 3D-режиме: 10-12° по вертикали и 90° по горизонтали.

**Кроме того, данный стереорежим приспособлен для полноэкранного просмотра и плохо смотрится в оконном режиме, поскольку становятся плохо читаемыми элементы интерфейса окон.**

## Использование в сфере профессиональной фотограмметрии

Мониторы Zalman могут применяться для работы с фотограмметрическим программным обеспечением, поддерживающим интерлейсный режим.

Однако, следует отметить, что большинство коммерческих ЦФС (особенно зарубежных) не поддерживают интерлейсный режим как непрофессиональный и, следовательно, не могут работать с Zalman. ЦФС PHOTOMOD поддерживает чересстрочный режим в качестве дополнительного к кадровому и была протестирована на Zalman. Работа на этих стереомониторах возможна, но не столь комфортна, как на зеркальных и (возможно) «фазово-поляризационных».

Производство аналогичных стереомониторов того же класса, что и Zalman, освоили корейские фирмы Ravonine и Hyundai IT Corp. Ниже приведены очень краткие описания этих моделей, поскольку они являются практически полными аналогами Zalman, с теми же достоинствами и недостатками. Однако пока неизвестно, поступят ли они и когда в массовую розничную продажу.

### Стереомониторы Ravonine (Корея)

Корейская компания Ravonine Korea, Inc. предлагает серию стереомониторов Miracube с размерами экрана 17", 24" и 32" (рис. 5).

#### Стоимость

По данным сайта [www.inition.co.uk](http://www.inition.co.uk), посвященного 3D-технологиям, стоимость моделей составляет от \$2150 за 17", \$5840 за 24" и \$7100 за 32" монитор на условиях FOB Корея. В российскую розницу эти модели еще не поступали, поскольку российские компьютерные сайты извещают только о том, что компания представила свои изделия на выставке и не публикуют информацию о наличии и ценах. Данные мониторы доступны под заказ на сайте [www.inition.co.uk](http://www.inition.co.uk).



Рисунок 5. Внешний вид стереомониторов Miracube

### Стереомониторы Hyundai (Корея)

Hyundai представляет две модели с диагоналями 24" и 46": Hyundai P240W/XpolW и Hyundai P460W/XpolW (рис. 6).

## Стоимость

На сайте [www.inition.co.uk](http://www.inition.co.uk) приводятся цены на модели Hyundai соответственно \$3145 и \$7000. Пока в интернете нет каких-либо упоминаний про продажу этих моделей, кроме как под заказ с упомянутого сайта.



Рисунок 6. Стереомониторы Hyundai

### 3.2.2. «Фазово-поляризационные» стереомониторы

«Фазово-поляризационные» дисплеи используют уникальный способ получения стереоэффекта, не применяемый ранее. Метод основан на суммировании световой интенсивности левого и правого изображений в каждом пикселе и последующем разделении суммарного изображения на левое и правое с помощью поляризации.

### Стереомониторы фирмы MacNaughton, Inc. (США), <http://www.nuvision3d.com/>

Стереоскопический стереомонитор Perceiva является разработкой американской компании MacNaughton, Inc.

Представлена одна модель Perceiva DSD190 с диагональю экрана 19" (рис. 7).

#### Принцип реализации стерео

Стереомонитор Perceiva DSD190 аналогичен обычному ж/к монитору, но состоит из двух параллельных LCD панелей и поляризационных фильтров. На первой панели в каждом пикселе задается суммарная интенсивность, а на второй — направление поляризации. Преобразование входных левого и правого изображений производится специальным процессором, который находится в мониторе. На выходе из монитора после прохождения через поляризационные очки оператора световые сигналы формируют два изображения: для левого и правого глаза (рис. 8).



Рисунок 7. Стереомонитор Perceiva

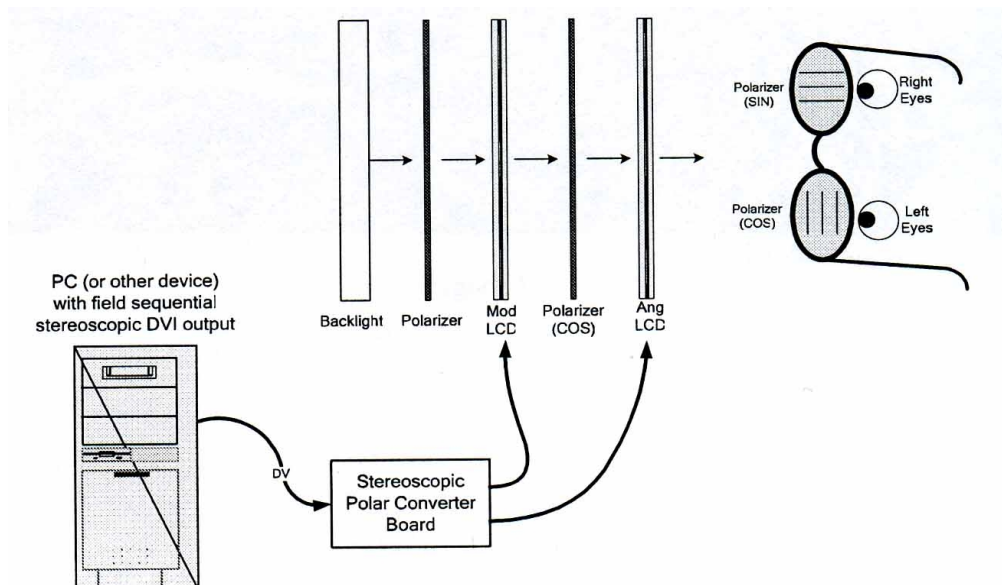


Рисунок 8. Схема принципа действия «фазово-поляризационного» стереодисплея Perceiva [5]

## Стоимость

Цена модели по данным от разработчика на март 2007 года составляла \$6495 на условиях FOB США.

## Достоинства

Разработчик перечисляет в качестве основных достоинств реализованного в данной модели метода:

- повышенную яркость и контрастность изображения (благодаря использованию в качестве источника света устройства, аналогичного используемому в проекционном телевидении),
- отсутствие потери разрешения,
- отсутствие необходимости для оператора работать в рамках «зоны наилучшего восприятия». Одновременно несколько человек, надев поляризационные очки, смогут наблюдать на экране одного и того же монитора стереозффект. Таким образом, модель хорошо подходит в демонстрационных целях для небольшой группы и удобна для длительной работы одного оператора.

## Недостатки

К недостаткам можно отнести высокую цену.

## Использование в сфере профессиональной фотограмметрии

К сожалению, нет данных о тестировании данного монитора в России. Несмотря на это, есть все основания считать, что Perceiva DSD190 хорошо подходит для работы с профессиональным фотограмметрическим ПО, поскольку компания-производитель работает много лет в области компьютерной 3D-визуализации и имеет большой опыт производства ж/к очков и экранов для фотограмметрии.

## Стереомониторы фирмы Neurok Optics (США — Россия), [www.neurokoptics.com](http://www.neurokoptics.com)

Аналогом стереодисплея Perceiva (с некоторыми отличиями) является 22" стереомонитор iZ3D российско-американской компании Neurok Optics (рис. 9). Эта модель работает по тому же принципу [9]. Однако, в отличие от Perceiva, кодирование производится программно, с помощью видеодрайвера.

## Стоимость

На сайте компании указана цена \$599 на условиях FOB США. В России такие мониторы стоят около \$1000.

## Достоинства

Стоимость монитора существенно ниже, чем аналогичной модели Perceiva DSD190, несмотря на больший размер диагонали экрана.

## Недостатки

Драйвер, отвечающий за кодирование информации, не поддерживает оконный режим, поэтому монитор не готов к работе с профессиональным фотограмметрическим программным обеспечением.



Рисунок 9. Внешний вид стереодисплеев iZ3D

### 3.2.3. Зеркальные стереодисплеи

Принцип реализации стерео в зеркальных стереодисплеях основан на совмещении ортогонально поляризованных изображений двух жидкокристаллических дисплеев с помощью полупрозрачного зеркала и последующего разделения левого и правого изображений стереопары через пассивные поляризационные очки.

Важным достоинством зеркальных стереодисплеев является их поддержка имеющимся программным обеспечением, в т. ч. на уровне драйверов.

В настоящее время полноэкранные двухмониторные стереорежимы поддерживаются драйверами всех видеокарт на основе чипсетов NVIDIA. В этом режиме могут быть запущены практически все 3D-программы на основе стандартов DirectX и OpenGL, даже изначально не поддерживающие стереоотображение. Для работы в оконных стереорежимах требуются профессиональные видеокарты (NVIDIA Quadro FX, FireGL и т. п.) с поддержкой стереорасширений (QuadBuffer) OpenGL, либо специализированные прикладные программы, поддерживающие непосредственный вывод на оба экрана.

#### **Стереомониторы компании Planar (США), <http://www.planar.com/>**

Компания Planar (США) выпускает стереомониторы, состоящие из двух ж/к-мониторов, между которыми находится полупрозрачное зеркало (рис. 10). В настоящее время доступен целый ряд моделей: начиная от 17" до 25".

#### **Принцип реализации стерео**

В основе ж/к-мониторов Planar Systems лежит технология StereoMirror, позволяющая получать качественные изображения для работы в таких областях, как аэрокосмическая съемка, фотограмметрия, медицина, химия и др. (рис. 11).

#### **Стоимость**

Цены на модели Planar колеблются от \$4000 до \$11300 (цены на условиях FOB США в марте 2007 года) в зависимости от размера диагонали экрана.

#### **Достоинства**

Мониторы Planar представляют собой коммерческий продукт, обеспечивающий качественное и комфортное стереоизображение без потери разрешения. Кроме того, имеют достаточно привлекательный дизайн.

#### **Недостатки**

К техническим недостаткам можно отнести линейную поляризацию и ограниченный зеркалом угол обзора, к прочим — высокую стоимость.

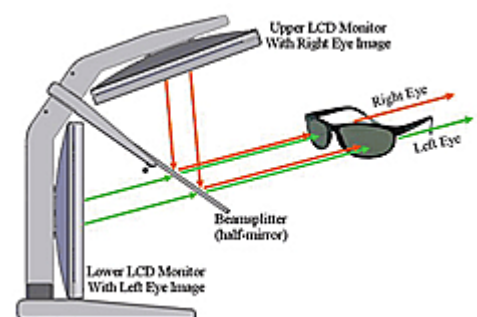
#### **Использование в сфере профессиональной фотограмметрии**

Компания «Ракурс» успешно протестировала стереомонитор Planar при работе с собственным фотограмметрическим ПО — PHOTOMOD.

Данные дисплеи рекомендуются для работы с профессиональным фотограмметрическим программным обеспечением, использующим покадровый стереометод.



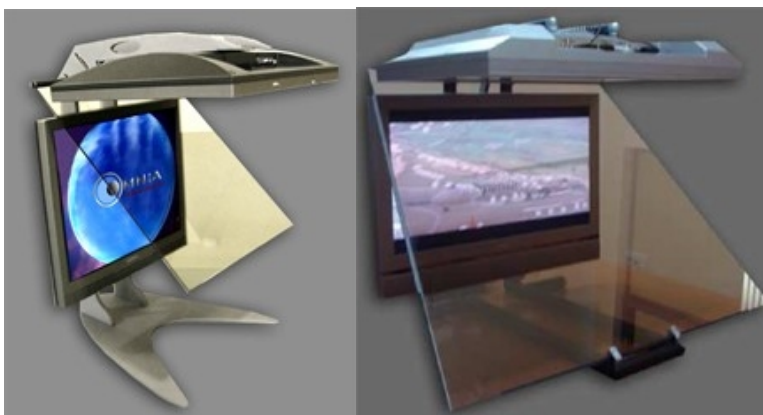
**Рисунок 10. Стереодисплей Planar**



**Рисунок 11. Схема принципа действия стереомонитора Planar**

## **Стереомониторы Omnia Technologias S.L. (Испания), <http://www.omniatec.es>**

Молодая компания Omnia Technologias S.L. (работает с 2004 года) представляет серию стереомониторов МИМО, выполненных в двух вариантах: рабочие станции (МИМО Omnia Workstation) и специализированные широкоформатные стереодисплеи для выставочных целей (МИМО Omnia Stereoscopic Visualisation System). Данные о размерах диагоналей моделей несколько разнятся на сайте и в рекламной брошюре. Точно можно сказать, что есть 19" и 20" рабочие станции и выставочный дисплей с диагональю 42" (рис. 12).



**Рисунок 12. Внешний вид стереодисплеев Omnia**

### **Принцип реализации стерео**

Способ реализации стерео аналогичен таковому в мониторах Planar, даже дизайн моделей рабочих станций похож.

### **Стоимость**

Стоимость моделей по данным с сайта [www.inition.co.uk](http://www.inition.co.uk) составляет от \$4755 до \$19935. ([http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL\\_=product\\_stereovis\\_omnia\\_mimo&SubCatID\\_=3](http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_stereovis_omnia_mimo&SubCatID_=3))

### **Достоинства и недостатки**

Рабочие модели сравнимы по своим характеристикам с моделями Planar, а выставочные мониторы, по всей видимости, приспособлены для работы только в 3D-режиме. Выставочные модели отличаются повышенной яркостью и контрастностью, обладают помимо DVI-разъемов специальными разъемами для подключения видеоплееров, с которых происходит трансляция рекламного материала. Однако они имеют разрешение, аналогичное телевизионному, и для профессиональной работы не подходят.

### **Использование в сфере профессиональной фотограмметрии**

Нет данных о тестировании дисплеев МИМО в России. Однако, судя по характеристикам, МИМО Omnia Workstation могут успешно использоваться.

## **Стереомониторы TRUE3Di (Канада), [www.true3di.com](http://www.true3di.com)**

Канадская компания TRUE3Di с 2004 года специализируется на производстве стереомониторов на основе LCD-панелей Hitachi и Samsung и предлагает четыре модели 8", 19", 24" и 40" (рис. 13).

### **Принцип реализации стерео**

По способу получения стереоизображения данные модели являются аналогами стереомониторов Planar. Отличие состоит лишь в том, что LCD-панели находятся в закрытом корпусе.



**Рисунок 13. Внешний вид стереодисплеев TRUE3Di**

## Стоимость

Стереомониторы TRUE3Di относятся к дорогим моделям. Так по данным компании-производителя на апрель 2008 года, действительными были следующие цены: \$3844 — 8" монитор, \$4129 — 19", \$7525 — 24" и до \$19125 за 40" стереомонитор на условиях FOB Канада.

## Достоинства

Ориентация моделей прежде всего на профессиональную фотограмметрию: реализация стерео без потери разрешения, высокое качество изображения.

Закрытый корпус, защищающий LCD-панели от пыли и световых бликов. Повышенная яркость дисплея, превышающая показатели Planar.

## Недостатки

Высокая стоимость (однако, цены ниже, чем на Planar) и линейная поляризация.

## Использование в сфере профессиональной фотограмметрии

Модели специально разработаны в качестве аппаратных средств для цифровой фотограмметрии.

## Стереомониторы StereoPixel (Россия), [www.stereo-pixel.ru](http://www.stereo-pixel.ru)

С 2007 года под торговой маркой StereoPixel реализуются стереомониторы LcReflex российского производства (рис. 14).

Серия зеркальных стереомониторов LcReflex в настоящее время состоит из двух моделей: 17-дюймовой LcReflex-1702 и 20-дюймовой LcReflex-2002. Обе модели предназначены для профессиональных приложений: фотограмметрии, САПР, медицины и пр. Основные различия моделей состоят в том, что модель LcReflex-2002 имеет большие габариты и разрешение, оснащена интерфейсом DVI, а главное, имеет более комфортный размер пиксела изображения (0,292 мм).

В настоящее время производство стереомониторов LcReflex-2002 размещено на витебском телевизионном заводе «Витязь» (Витебск, РБ).

## Принцип реализации стерео

Принцип реализации стерео полностью аналогичен таковому в мониторах Planar и TRUE3Di (рис. 15). Отличия наблюдаются в расположении панелей: горизонтальный монитор находится снизу, а не сверху. Также отличается конструкция корпуса (более закрытая, чем у Planar, и более открытая, чем у TRUE3Di).

## Стоимость

Стоимость LcReflex-1702 составляет 49 тыс. рублей (57820 рублей с НДС), стоимость LcReflex-2002 равна 69000 рублей (81420 рублей с НДС). Цены приведены на условиях FOB Москва.

## Достоинства

Цена на российские стереомониторы в РФ значительно ниже, чем на аналогичные импортные аналоги того же класса. Благодаря нижнему расположению одной из панелей монитор более устойчив, чем зарубежные аналоги, и допускает регулировку угла наклона линии визирования.

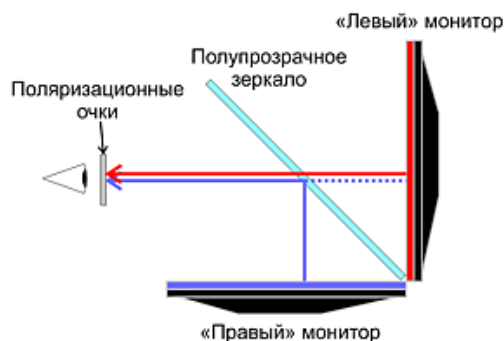


Рисунок 15. Схема принципа действия стереодисплеев StereoPixel

Важным достоинством мониторов LcReflex является их совместимость с имеющимися видеокартами.

### **Недостатки**

Те же, что и у моделей Planar.

### **Использование в сфере профессиональной фотограмметрии**

Рекомендуется для работы с профессиональным фотограмметрическим ПО.

## **4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Профессиональная работа с компьютерным стерео подразумевает легкое переключение между 2D/3D режимами, высокое разрешение и качество изображения, а также комфорт при длительной работе. Для фотограмметрических приложений помимо этого важна возможность работы в оконном режиме.

В данной статье были рассмотрены доступные в продаже и наиболее интересные в практическом отношении 3D-мониторы. В обобщающей таблице приведены основные характеристики рассмотренных моделей.

По нашему мнению, среди доступных на сегодняшний день на рынке конструкций оптимальными для профессиональных фотограмметрических приложений являются зеркальные стереомониторы. В то же время, для игровых и презентационных приложений разумной альтернативой по соотношению цена/качество являются интерлейсные и недорогие «фазово-поляризационные» мониторы.

### **Список литературы, источников информации и иллюстраций:**

1. Бинокулярная визуализация <http://www.icpt.su/?fl=362>.
2. <http://www.zalman.co.kr/ENG/>.
3. Сергей Книгин «3D дисплеи» <http://www.3dnews.ru/display/3dd/>.
4. [http://www.inition.co.uk/inition/products.php?CatID\\_=5](http://www.inition.co.uk/inition/products.php?CatID_=5).
5. Jean Etienne Gaudreau, Mark Bechamp Vince Power «Innovative Stereoscopic Display using variable polarized angle».
6. О. Tishutin, Т. Striegler «Stereoscopic 3D and iZ3D Perception».
7. <http://www.stereo3d.com/displays.htm>.
8. [http://www.pirit.ru/new\\_catalog.asp?cat1=7651&cat2=20938](http://www.pirit.ru/new_catalog.asp?cat1=7651&cat2=20938).
9. [http://3dstereo.ru/f3dezhovown\\_r.htm](http://3dstereo.ru/f3dezhovown_r.htm).
10. <http://www.planar3d.com>.
11. <http://www.stereo-pixel.ru/lcreflex.htm>.
12. [www.nuvision3d.com](http://www.nuvision3d.com).
13. [www.neurokoptics.com](http://www.neurokoptics.com).
14. [www.omniatec.es](http://www.omniatec.es).
15. [www.true3di.com](http://www.true3di.com).
16. [www.vityas.com](http://www.vityas.com).

## СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЕ МОНИТОРЫ

Класс	Производитель (название/страна)	Название	Размер экрана	Цены на условиях самовывоза	Разрешение 2D	Разрешение 3D	Яркость	Контрастность	Угол обзора	Интерфейс	Тип поляризации	Использование в профессиональной фотограмметрии **
«Интеллейс БИ»	Zalman / Корея	ZM-M190	19"	\$610*	1280×1024	1280×512	300 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	160°	D-SUB, DVI-D	круговая	полупрофессиональный
	Zalman / Корея	ZM-M220W	22"	\$775*	1680×1050	1680×525	300–400 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	160°	D-SUB, DVI-D	круговая	полупрофессиональный
	Pavonine / Корея	Miracube G170S-C	17"	\$2150	1280×1024	1280×512	–	700:1	–	DVI	–	полупрофессиональный
	Pavonine / Корея	Miracube G170S-L	17"	\$2150	1280×1024	1280×512	–	–	–	–	–	полупрофессиональный
	Pavonine / Корея	Miracube G240S	24"	\$5840	1920×1200	1920×600	–	–	–	DVI & VGA	–	полупрофессиональный
	Pavonine / Корея	Miracube G320S	32"	\$7100	1360×760	1360×384	–	–	–	DVI & VGA	–	полупрофессиональный
	Hyundai IT Corp/ Корея	P240W/XpolW	24"	\$3145	1920×1200	1920×600	–	1000:1	–	DVI & VGA	круговая	полупрофессиональный
	Hyundai IT Corp/ Корея	P460W/XpolW	46"	\$7000	–	–	–	–	–	–	–	полупрофессиональный
«Фазоволпярзацонные»	NuVision / США	Perceiva DSD 190	19"	\$6495	1280×1024	128×1024	2D: 200 кд/м <sup>2</sup> 3D: 40 кд/м <sup>2</sup> на каждый	> 1000:1	>160°	DVI & VGA	круговая	профессиональный
	Neurok Optics / США — Россия	iZ3D	22"	\$599 \$1000*	1680×1050	1680×1050	250	700:1	170°	Dual input 1×DVI, 1×DVI/VGA	–	полупрофессиональный

Класс	Производитель (название/страна)	Название	Размер экрана	Цены на условиях самовывоза	Разрешение 2D	Разрешение 3D	Яркость	Контрастность	Угол обзора	Интерфейс	Тип поляризации	Использование в профессиональной фотограмметрии **
Зеркальные	Planar / США	SD1710	17"	\$3995	1280×1024	1280×1024	70 кд/м <sup>2</sup>	2D 400:1 3D 150:1	–	DVI	линейная	профессиональный
	Planar / США	SD2020	20"	\$5995	1600×1200	1600×1200	150 кд/м <sup>2</sup>	2D 400:1 3D 150:1	–	DVI	линейная	профессиональный
	Planar / США	SD2420	24"	\$9725	1920×1200	1920×1200	150 кд/м <sup>2</sup>	–	–	DVI	линейная	профессиональный
	Planar / США	SD2620	26"	\$11300	1920×1200	1920×1200	180 кд/м <sup>2</sup>	–	–	DVI	линейная	профессиональный
	Omnia Technologias S.L./Испания	Omnia MIMO Workstation 19"	19"	\$ 4755	1280×1024	1280×1024	270 кд/м <sup>2</sup>	550:1	140°	DVI	линейная	профессиональный
	Omnia Technologias S.L./Испания	Omnia MIMO Stereoscopic Visualisation System 42"	42"	\$19935	–	852×480 wvga	1500 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	160°	DVI	линейная	профессиональный
	TRUE3Di / Канада	Opsis 190	8"	\$4129	800×480	800×480	300 кд/м <sup>2</sup>	500:1	–	VGA, S-VHS Components, CVBS	линейная	профессиональный
	TRUE3Di / Канада	Opsis 190	19"	\$4129	1280×1024	1280×1024	250 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	–	DVI-I, Analog VGA	линейная	профессиональный
	TRUE3Di / Канада	Opsis 240	24"	\$7525	1920×1200	1920×1200	400 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	–	VGA, DVI-D, SVHS CVBS	линейная	профессиональный
	TRUE3Di / Канада	Opsis 400	40"	\$19125	1920×1080	1920×1080	400 кд/м <sup>2</sup>	1000:1	–	DVI-D, SVHS, CVBS, VGA	линейная	профессиональный
	StereoPixel / Россия	LcReflex-1702	17"	49000* руб. (+НДС)	1280×1024	1280×1024	300 кд/м <sup>2</sup>	600:1	–	VGA	линейная	профессиональный
StereoPixel / Россия	LcReflex-2002	20"	69000* руб. (+НДС)	1400×1050	1400×1050	300 кд/м <sup>2</sup>	600:1	–	VGA, DVI-D	линейная	профессиональный	

\* на условиях самовывоза по России

\*\* Классификация профессиональный/полупрофессиональный отражает точку зрения авторов и основана на соотношении технических характеристик данных моделей и общих требований к аппаратным средствам для профессиональной фотограмметрии (легкое переключение между 2D/3D режимами, отсутствие потери разрешения, поддержка оконного режима, комфорт оператора при длительной работе).