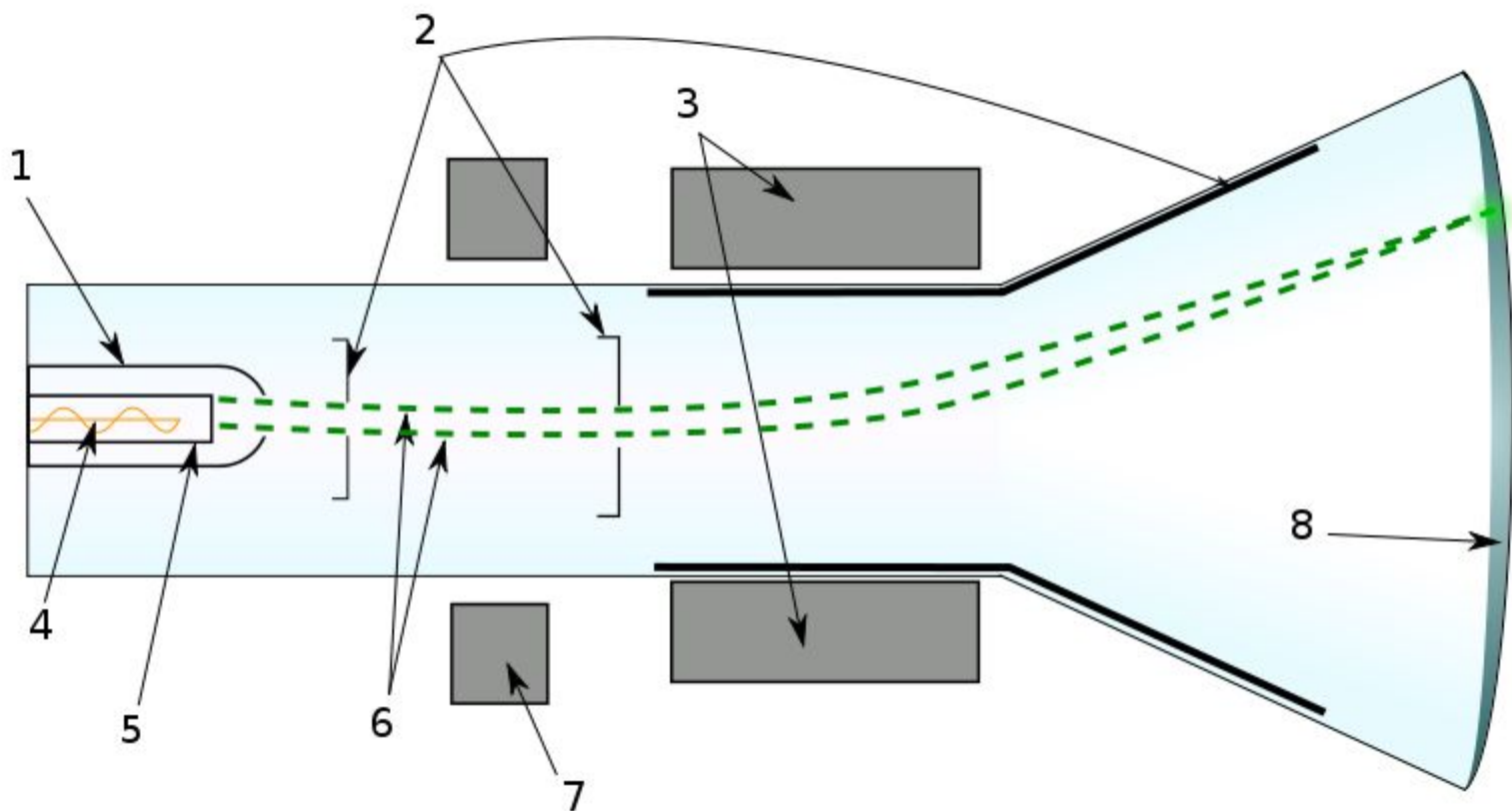


Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ), кинескоп — электровакуумный прибор, преобразующий электрические сигналы в световые.

В строгом смысле, электронно-лучевыми трубками называют ряд электронно-лучевых приборов, одним из которых является кинескоп.

Принципиальное устройство:

- 1) электронная пушка, предназначена для формирования электронного луча, в цветных кинескопах и многолучевых осциллографических трубках объединяются в электронно-оптический прожектор;
- 2) экран, покрытый люминофором — веществом, светящимся при попадании на него пучка электронов;
- 3) отклоняющая система, управляет лучом таким образом, что он формирует требуемое изображение.



1 Управляющий электрод (модулятор)

2 Анод

3 Отклоняющая катушка

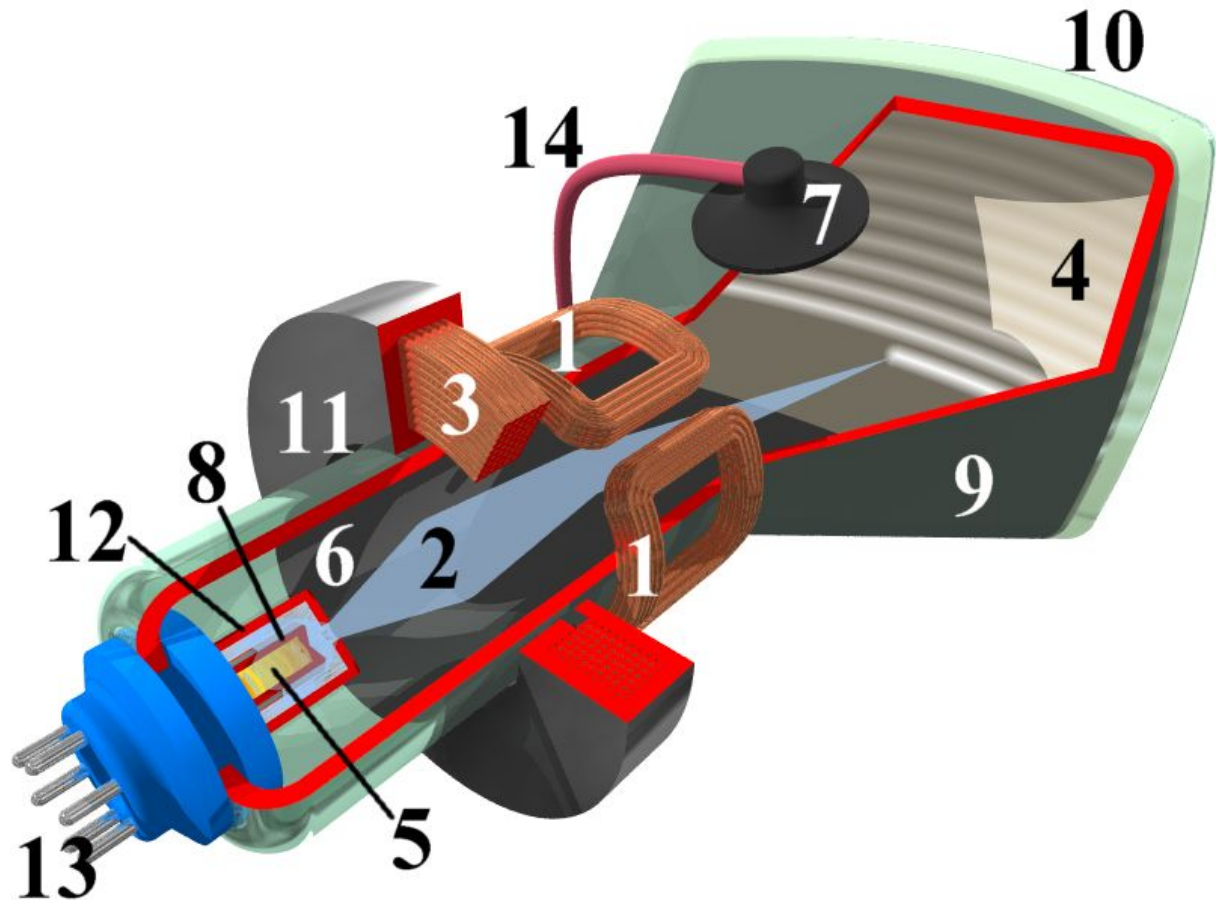
4 Подогреватель катода

5 Катод

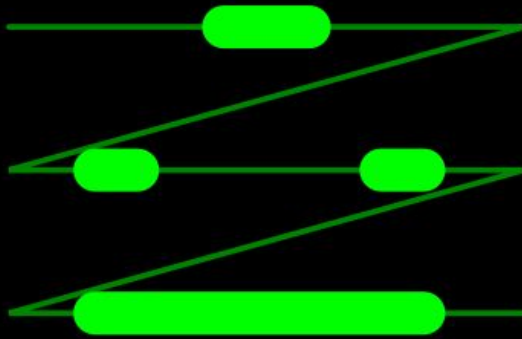
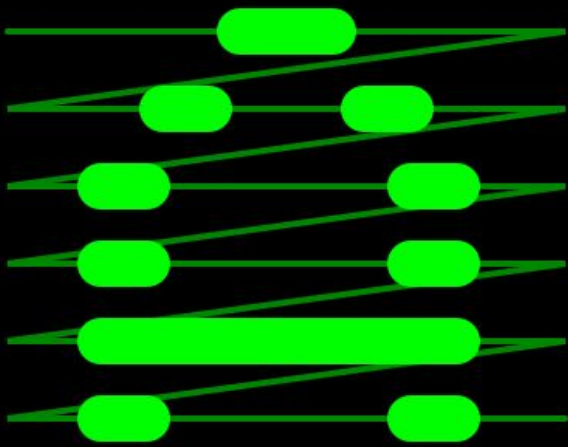
6 Электронный луч

7 Фокусирующая катушка

8 Электролюминесцентный экран

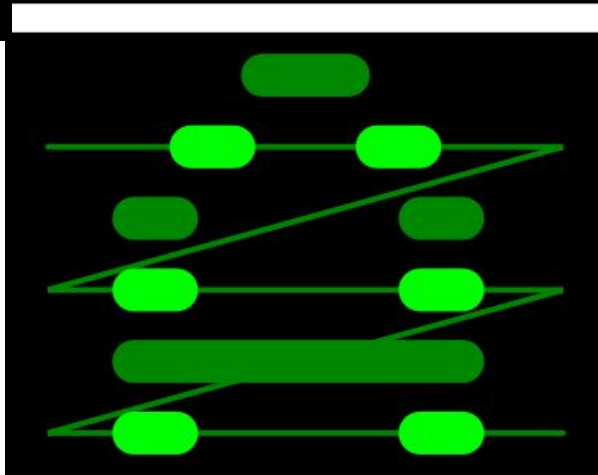


- 1 Отклоняющие катушки
- 2 Электронный луч
- 3 Фокусирующая катушка
- 4 Люминофор, излучает свет при бомбардировке электронами
- 5 Катушка для нагрева катода
- 6 Аквадаг
- 7 Изоляция анодного гнезда
- 8 Катод
- 9 Баллон с выкачанным воздухом
- 10 Экран
- 11 Железный сердечник катушки
- 12 Управляющий электрод, управляющий интенсивностью электронного луча (и, соответственно, яркостью свечения люминофора)
- 13 Выводы для катода, нагревающей катушки и управляющего электрода
- 14 Провод анода



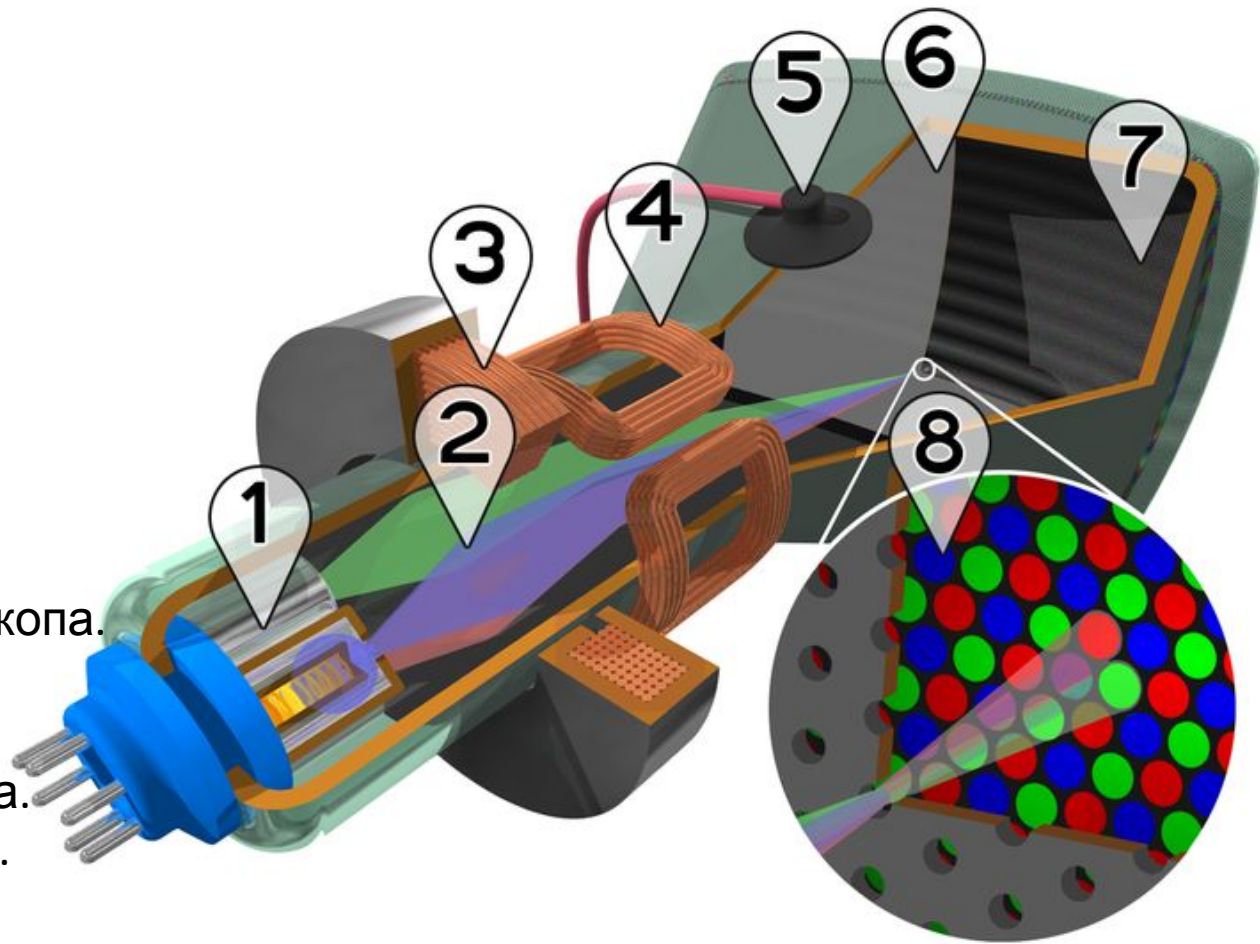
Прогрессивная
развёртка

Векторная
развёртка



чересстрочная
развёртка

- Растровая развёртка
- Электронный луч проходит весь экран по строкам. Возможны два варианта:
 - 1—2—3—4—5—... (построчная развёртка);
 - 1—3—5—7—..., затем 2—4—6—8—... (чересстрочная развёртка).
- Векторная развёртка
- Электронный луч проходит вдоль линий изображения.



Устройство цветного кинескопа.

1 — Электронные пушки.

2 — Электронные лучи.

3 — Фокусирующая катушка.

4 — Отклоняющие катушки.

5 — Анод.

6 — Маска, благодаря которой красный луч попадает на красный люминофор, и т. д.

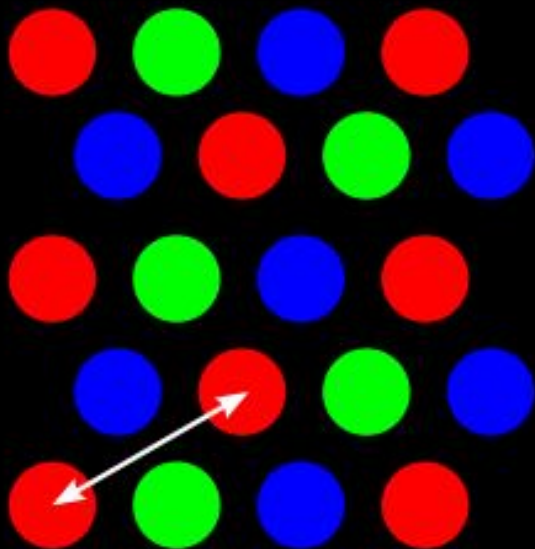
7 — Красные, зелёные и синие зёрна люминофора.

8 — Маска и зёрна люминофора (увеличено).

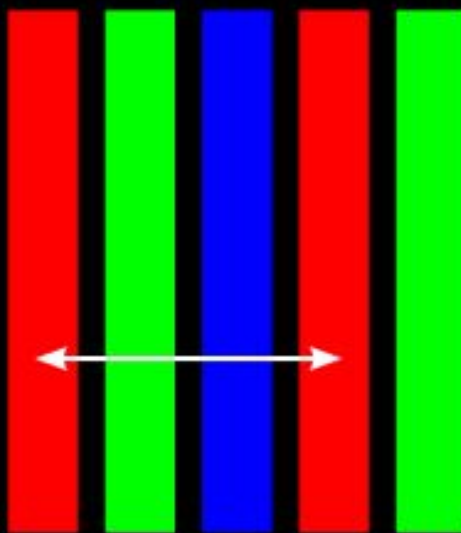
- Цветной кинескоп отличается от чёрно-белого тем, что в нём три пушки — «красная», «зелёная» и «синяя»
- На красный люминофор попадает только луч от красной пушки, на зелёный — только от зелёной, и т. д. Это достигается тем, что между пушками и экраном установлена металлическая решётка, именуемая маской

Типы масок

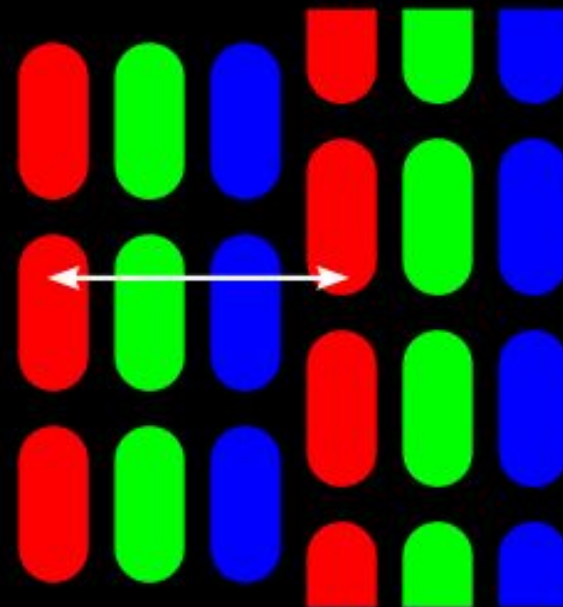
Теневая маска
Shadow mask



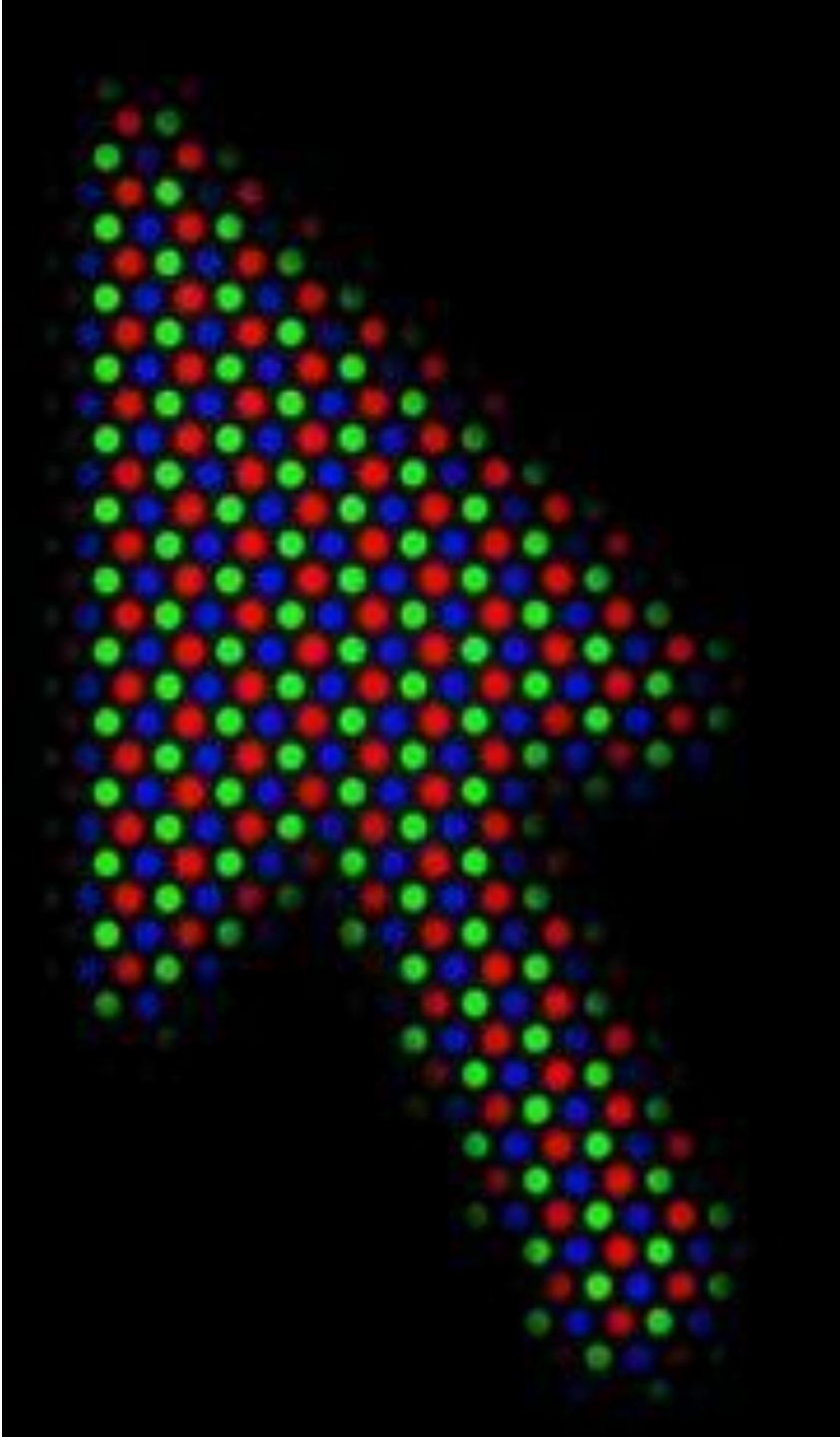
Апертурная решётка
Aperture grille



Щелевая маска
Slot mask

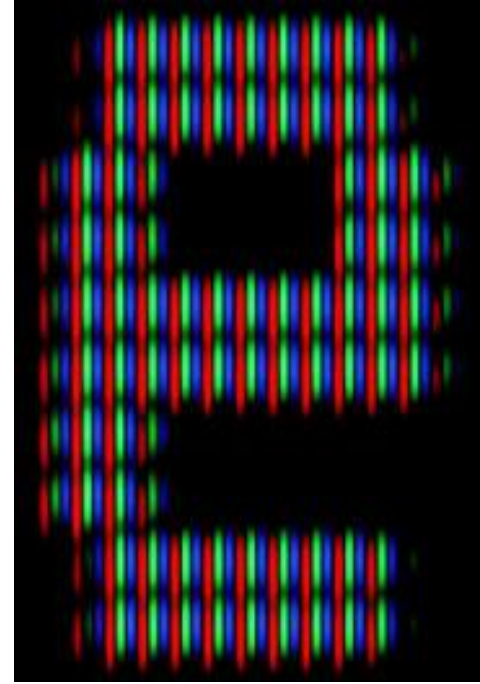


- Теневая решётка (англ. shadow mask), Теневая маска, Дельтовидная технология — конструктивный элемент телевизионного или компьютерного ЭЛТ—дисплея. Представляет собой инваровую (сплав железа и никеля с малым температурным расширением) сетку. Луч проходит через ячейки этой сетки и попадает на предназначенный для него элемент триады.
- Одной из важнейших характеристик качества ЭЛТ является минимальное расстояние между одноцветными элементами триад. Для теневой решётки эта характеристика называется dot pitch. Чем она меньше, тем больше разрешающая способность экрана.



- Щелевая решетка — элемент дисплея. Щелевая решетка отличается от теневой тем, что она состоит из вертикальных линий, а триады имеют форму вертикального эллипса.
- Одной из важнейших характеристик качества является минимальное расстояние между одноцветными элементами триад. Для щелевой решетки эта характеристика называется slot pitch. Чем она меньше, тем лучше качество изображения.

Увеличенное изображение буквы серого цвета на чёрном фоне на экране с апертурной решёткой



• Апертурная решётка

- В кинескопах с апертурной решёткой вместо триад используются тончайшие вертикальные люминофорные нити, содержащие полосы трёх цветов (красного, зеленого, синего).
- Одной из важнейших характеристик качества является минимальное расстояние между одноцветными элементами триад. Для щелевой решётки эта характеристика называется *strip pitch*. Чем она меньше, тем лучше качество изображения.

Сведение лучей

- Так как радиус кривизны экрана много больше расстояния от него до электронно-оптической системы вплоть до бесконечности в плоских кинескопах, а без применения специальных мер точка пересечения лучей цветного кинескопа находится на постоянном расстоянии от электронных пушек, необходимо добиться того, чтобы эта точка находилась точно на поверхности теневой маски, в противном случае образуется рассовмещение трёх цветовых составляющих изображения, увеличивающееся от центра экрана к краям. Чтобы этого не происходило, необходимо должным образом сместить электронные лучи. В кинескопах с дельтаобразным расположением пушек это делается специальной электромагнитной системой, управляемой отдельным устройством, которое в старых телевизорах была вынесена в отдельный блок — блок сведения — для периодических регулировок. В кинескопах с планарным расположением пушек регулировка производится при помощи специальных магнитов, расположенных на горловине кинескопа. Со временем, особенно у кинескопов с дельтаобразным расположением электронных пушек, сведение нарушается и нуждается в дополнительной регулировке. Большинство компаний по ремонту компьютеров предлагают услугу повторного сведения лучей монитора.

Размагничивание

- Необходимо в цветных кинескопах для снятия влияющей на качество изображения остаточной или случайной намагниченности теневой маски и электростатического экрана. Размагничивание происходит благодаря возникновению в так называемой петле размагничивания — кольцеобразной гибкой катушке большого диаметра, расположенной на поверхности кинескопа — импульса быстропеременного затухающего магнитного поля. Для того, чтобы этот ток после включения телевизора постепенно уменьшался, используются терморезисторы. Многие мониторы дополнительно к терморезисторам содержат реле, которое по окончании процесса размагничивания кинескопа отключает питание этой цепи, чтобы терморезистор остыл. После этого можно специальной клавишей, либо, чаще, особой командой в меню монитора, вызвать срабатывание этого реле и провести повторное размагничивание в любой момент, не прибегая к отключению и включению питания монитора.

Воздействие на здоровье

- Электромагнитное излучение
- Это излучение создаётся не самим кинескопом, а отклоняющей системой. Трубки с электростатическим отклонением, в частности, осциллографические, его не излучают.
- В мониторных кинескопах для подавления этого излучения отклоняющую систему часто закрывают ферритовыми чашками. Телевизионные кинескопы такой экранировки не требуют, поскольку зритель обычно сидит на значительно большем расстоянии от телевизора, чем от монитора.

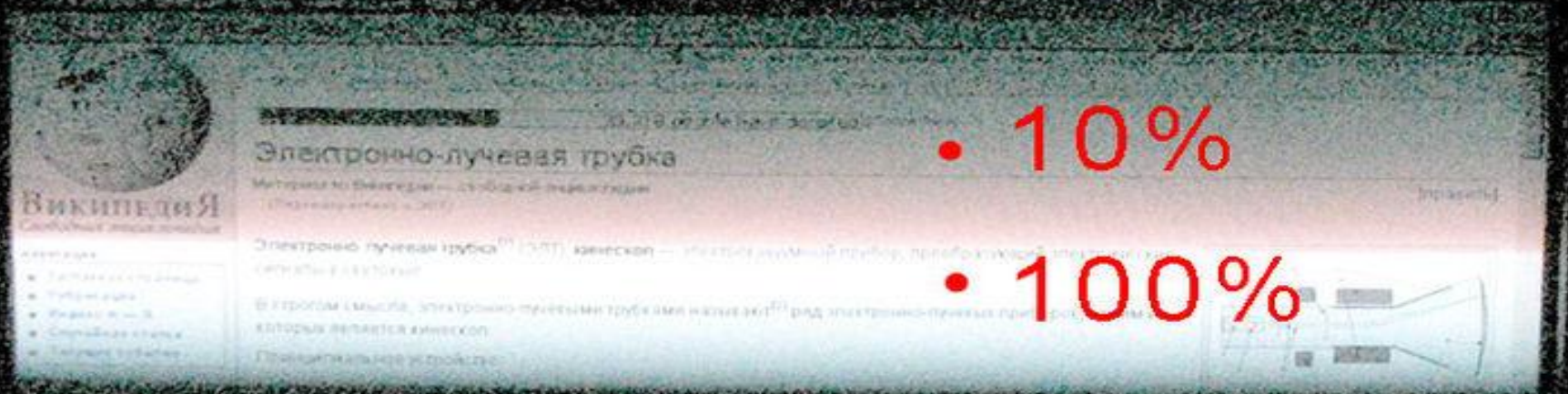
Воздействие на здоровье

- Ионизирующее излучение
- В кинескопах присутствует ионизирующее излучение двух видов.
- Первое из них — это сам электронный луч, представляющий собой, по сути, поток бета-частиц низкой энергии (25 кЭв). Наружу это излучение не выходит, и опасности для пользователя не представляет.
- Второе — тормозное рентгеновское излучение, которое возникает при бомбардировке экрана электронами. Для ослабления выхода этого излучения наружу до полностью безопасных величин стекло легируют свинцом. Однако, в случае неисправности телевизора или монитора, приводящей к значительному повышению анодного напряжения, уровень этого излучения может увеличиться до заметных величин. Для предотвращения таких ситуаций блоки строчной развёртки оборудуют узлами защиты.

Воздействие на здоровье

- Мерцание
- Луч ЭЛТ-монитора, формируя изображение на экране, заставляет светиться частицы люминофора. До момента формирования следующего кадра эти частицы успевают погаснуть, поэтому можно наблюдать «мерцание экрана». Чем выше частота смены кадров, тем менее заметно мерцание. Низкая частота ведет к усталости глаз и наносит вред здоровью.
- У большинства телевизоров на базе электронно-лучевой трубки каждую секунду сменяется 25 кадров, что с учётом чересстрочной развёртки составляет 50 полей (полукадров) в секунду (Гц). В современных моделях телевизоров эта частота искусственно завышается до 100 герц. При работе за экраном монитора мерцание чувствуется сильнее, так как при этом расстояние от глаз до кинескопа намного меньше, чем при просмотре телевизора. Минимальной рекомендуемой частотой обновления экрана монитора является частота 85 герц. Ранние модели мониторов не позволяют работать с частотой развёртки более 70—75 Гц. Мерцание ЭЛТ явно можно наблюдать

Монитор Mitsubishi Diamond Pro 750SB (1024x768, 100 Гц), снятый с выдержкой 1/1000 с. Яркость искусственно завышена; показана реальная яркость изображения в разных точках экрана.



• 10%

• 100%

• ~2%

Воздействие на здоровье

- Высокое напряжение
- В работе ЭЛТ применяется высокое напряжение. Остаточное напряжение в сотни вольт, если не принимать никаких мер, может задерживаться на ЭЛТ и схемах «обвязки» неделями. Поэтому в схемы добавляют разряжающие резисторы [источник?], которые делают телевизор вполне безопасным уже через несколько минут после выключения.
- Вопреки распространённому мнению, напряжением анода ЭЛТ нельзя убить человека из-за небольшой мощности преобразователя напряжения — будет лишь ощутимый удар [источник?]. Однако, и он может оказаться смертельным при наличии у человека пороков сердца. Он может также приводить к травмам, включая, летальные, косвенным образом, когда, отёрнув руку, человек касается других цепей телевизора и монитора, содержащих чрезвычайно опасные для жизни напряжения — а такие цепи присутствуют во всех моделях телевизоров и мониторов, использующих ЭЛТ.

Воздействие на здоровье

- Взрыв ЭЛТ
- Поскольку внутри ЭЛТ вакуум, за счёт давления воздуха на один только экран 17-дюймового монитора приходится нагрузка около 800 кГ — вес легкового автомобиля. Из-за особенностей конструкции давление на экран и конус ЭЛТ является положительным, а на боковую часть экрана — отрицательным, что вызывает опасность взрыва. При работе с ранними моделями кинескопов правила техники безопасности требовали использования защитных рукавиц, маски и очков. Перед экраном кинескопа в телевизоре устанавливался стеклянный защитный экран, а по краям — металлическая защитная маска.
- Начиная со второй половины 60-х годов опасная часть кинескопа прикрывается специальным металлическим взрывозащитным бандажом, выполненным в виде цельнометаллической штампованной конструкции либо намотанной в несколько слоёв ленты. Такой бандаж исключает возможность самопроизвольного взрыва. В некоторых моделях кинескопов дополнительно использовалась защитная плёнка, покрывавшая экран.
- Несмотря на применение защитных систем, не исключается поражение людей осколками при умышленном разбивании кинескопа. В связи с этим при уничтожении последнего для безопасности предварительно разбивают штенгель — технологическую стеклянную трубку в торце горловины под пластмассовым цоколем, через которую при производстве осуществляется откачка воздуха.
- Малогабаритные ЭЛТ и кинескопы с диаметром или диагональю экрана до 15 см опасности не представляют и взрывозащитными приспособлениями не оснащаются.

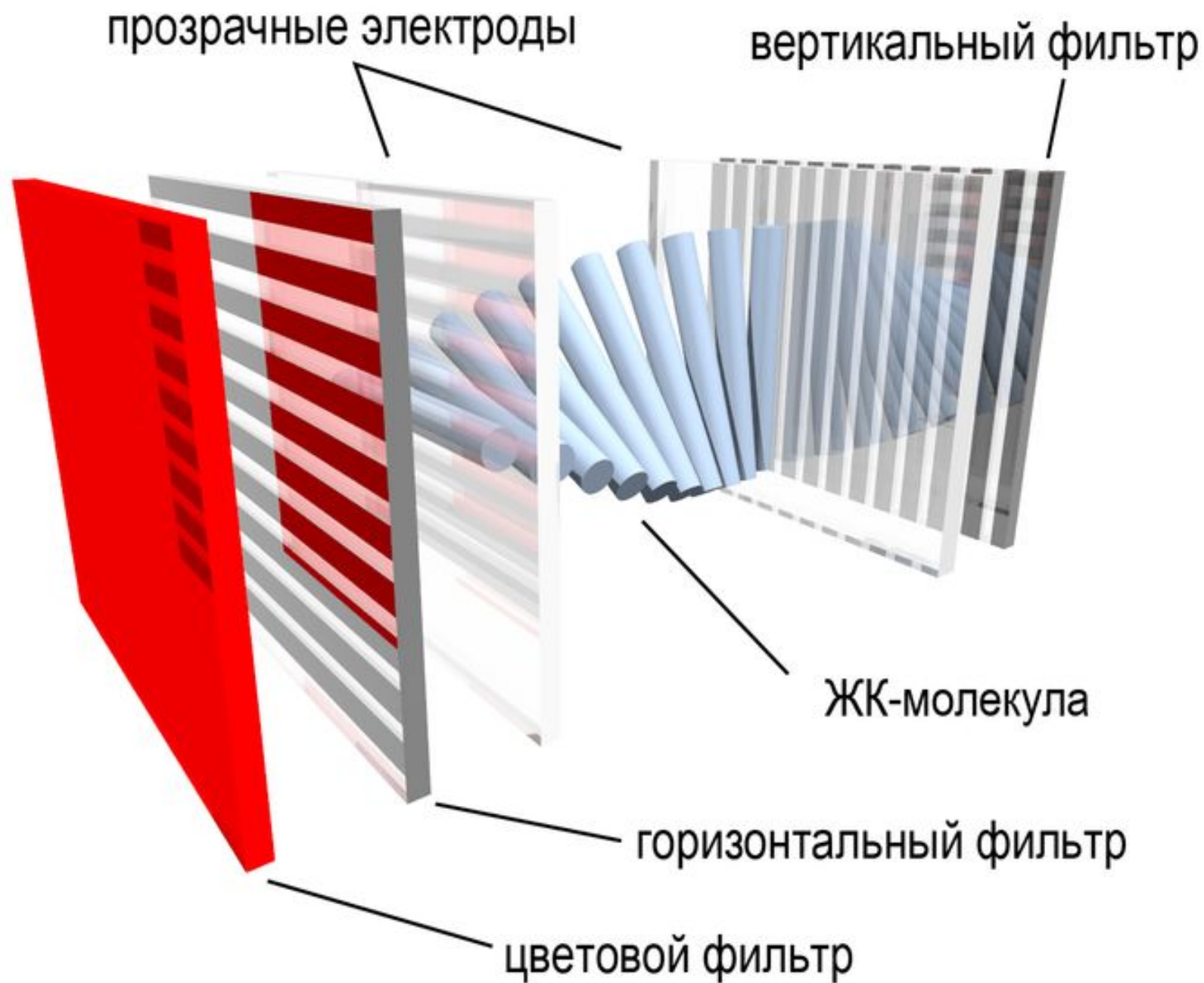


ЖК-монитор

- Жидкокристаллический монитор (также Жидкокристаллический дисплей, ЖКД, ЖК-монитор, англ. liquid crystal display, LCD, плоский индикатор) — плоский монитор на основе жидких кристаллов.

LCD TFT (англ. TFT - thin film transistor — тонкоплёночный транзистор) — одно из названий жидкокристаллического дисплея, в котором используется активная матрица, управляемая тонкоплёночными транзисторами. Усилитель TFT для каждого субпиксела применяется для повышения быстродействия, контрастности и чёткости изображения дисплея.

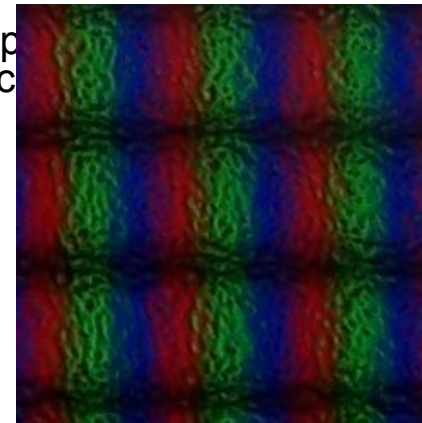
- Изображение формируется с помощью отдельных элементов, как правило, через систему развёртки. Простые приборы (электронные часы, телефоны, плееры, термометры и пр.) могут иметь монохромный или 2-5 цветной дисплей. Многоцветное изображение формируется с помощью RGB-триад. На сегодняшний день (2008) в большинстве настольных мониторов на основе TN- (и некоторых *VA) матриц, и во всех дисплеях ноутбуков используются матрицы с 18-битным цветом (6 бит на канал), 24-битность эмулируется мерцанием с дизерингом.



Технические характеристики ЖК-монитора

- Разрешение: Горизонтальный и вертикальный размеры, выраженные в пикселах. В отличие от ЭЛТ-мониторов, ЖК имеют одно, «родное», физическое разрешение, остальные достигаются интерполяцией.
- Размер точки: расстояние между центрами соседних пикселей. Непосредственно связан с физическим разрешением.
- Соотношение сторон экрана(формат): Отношение ширины к высоте, например: 5:4, 4:3, 5:3, 8:5, 16:9, 16:10.
- Видимая диагональ: размер самой панели, измеренный по диагонали. Площадь дисплеев зависит также от формата: монитор с форматом 4:3 имеет большую площадь, чем с форматом 16:9 при одинаковой диагонали.
- Контрастность: отношение яркостей самой светлой и самой тёмной точек. В некоторых мониторах используется адаптивный уровень подсветки с использованием дополнительных ламп, приведенная для них цифра контрастности (так называемая динамическая) не относится к статическому изображению.
- Яркость: количество света, излучаемое дисплеем, обычно измеряется в канделах на квадратный метр.
- Время отклика: минимальное время, необходимое пикселу для изменения своей яркости. Методы измерения неоднозначны.
- Угол обзора: угол, при котором падение контраста достигает заданного, для р и разными производителями вычисляется по-разному, и часто не подлежит с
- Тип матрицы: технология, по которой изготовлен ЖК-дисплей.
- Входы: (напр, DVI, D-SUB, HDMI и пр.).

Фрагмент матрицы ЖК монитора (0,78 х0,78 мм), увеличенный в 46 раз.



Входы: (DVI, D-SUB, HDMI и пр.).

- High-Definition Multimedia Interface (HDMI) — мультимедийный интерфейс высокой чёткости, позволяет передавать цифровые видеоданные высокого разрешения и многоканальные цифровые аудио-сигналы с защитой от копирования (HDCP).
- Разъём HDMI обеспечивает цифровое DVI-соединение нескольких устройств с помощью соответствующих кабелей. Основное различие между HDMI и DVI состоит в том, что разъём HDMI меньше по размеру, интерфейс оснащён технологией защиты от копирования HDCP (High Bandwidth Digital Copy Protection), а также поддерживает передачу многоканальных цифровых аудио-сигналов. Является современной заменой аналоговых стандартов подключения, таких как SCART или RCA.



Входы: (DVI, D-SUB, HDMI и пр.).

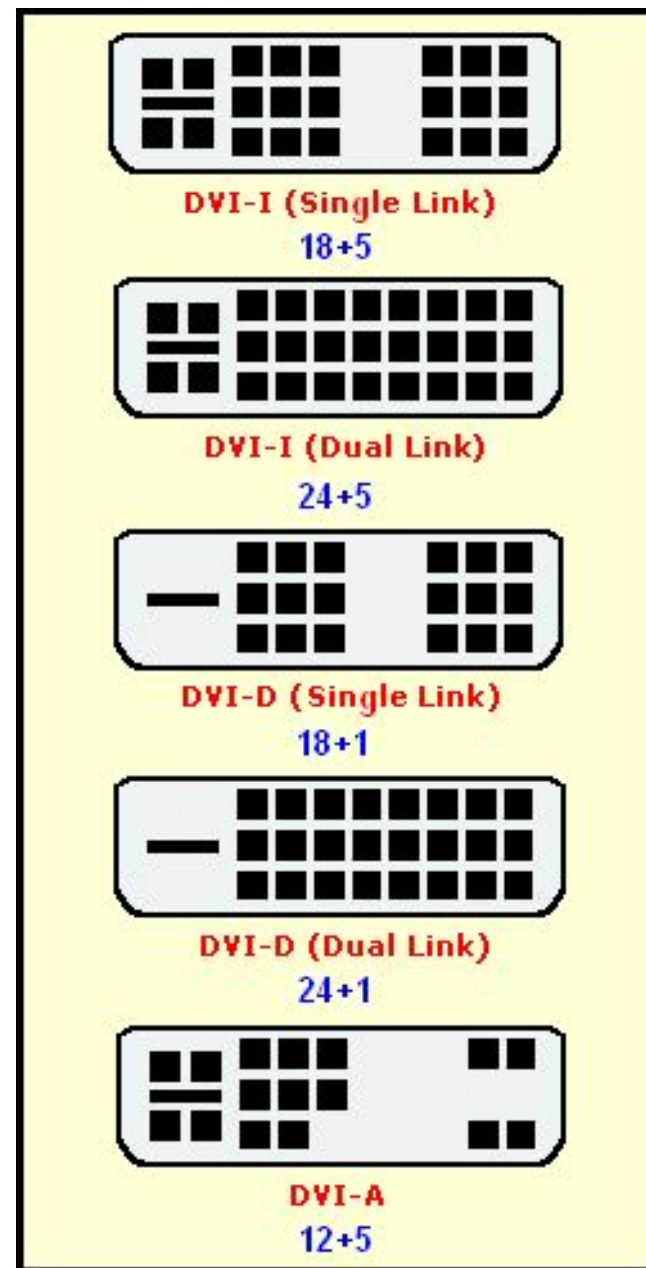
Виды DVI

DVI-A — только аналоговая передача.

DVI-I — аналоговая и цифровая передача.

DVI-D — только цифровая передача.

Видеокарты с DVI-A не поддерживают стандартные мониторы с DVI-D.



- HDTV (1920 × 1080) частота 60 Гц с 5 % LCD blanking (131 МГц)
- WUXGA (1920 × 1200) частота 60 Гц (154 МГц)
- UXGA (1600 × 1200) частота 60 Гц with GTF blanking (161 МГц)
- SXGA (1280 × 1024) частота 85 Гц with GTF blanking (159 МГц)
- Примеры режимов (dual link):
- QXGA (2048 × 1536) частота 75 Гц with GTF blanking (2×170 МГц)
- HDTV (1920 × 1080) частота 85 Гц with GTF blanking (2×126 МГц)
- 2560 × 1600 pixels (на 30-дюймовом ЖК-дисплее)
- UltraHD (4K, 3840×2160 пикселей)

Другие параметры мониторов

- Встроенные динамики



- Сенсорный экран



- Поддержка 3D в мониторах



HDMI™

HIGH-DEFINITION MULTIMEDIA INTERFACE

HDMI 1.0

Вышел в декабре 2002.

Максимальная пропускная способность интерфейса по одному проводу 4,9 Гбит/с. Поддержка видео до 165 Мпикселей/сек (1080p60Гц или UXGA) и 8-канального звука(192кГц/24-бит).

HDMI 1.1

Вышел в мае 2004.

Добавлена поддержка защиты звука требуемой для проигрывания DVD-Audio.

HDMI 1.2

Вышел в августе 2005.

Добавлена поддержка передачи однобитового аудиосигнала, такого как Super Audio CD DSD;

Разработан HDMI-разъём типа А с полной поддержкой всех форматов для PC-источников и дисплеев;

Добавлена возможность для PC-источников использовать родное цветовое пространство RGB при сохранении поддержки YCbCr CE;

Установлено требование для дисплеев с HDMI 1.2 и более поздних версий поддерживать будущие низковольтные (т.е, связанные по переменному току) источники, например, основанные на базе технологии ввода/вывода PCI Express.

HDMI 1.2a

Выпущен в декабре 2005.

Добавлена полная поддержка всех особенностей и наборов команд протокола дистанционного управления CEC (Consumer Electronic Control).

HDMI 1.3

Выпущен 22 июня 2006.

Поднята частота синхронизации с 165 до 340 МГц, что позволяет увеличить пропускную способность интерфейса по одному проводу с 4,95 Гбит/с до 10,2 Гбит/с.

Добавленная поддержка «глубокого цвета» (deep color, 30-, 36-, 48-битный цвет, 10, 12 или 16 бит на каждый компонент RGB) в высоких разрешениях, вместо поддержки только 24-битного цвета у предыдущей версии.

Поддержка стандарта цветопередачи xvYCC.

Реализована автоматическая синхронизация видео- и аудио-сигнала.

Добавлена поддержка новых форматов цифрового звука Dolby HD и DTS-HD.

Разработан новый мини-разъём для портативных устройств, таких как камера.

1.4 22 мая 2009

Добавлена поддержка разрешения 4K x 2K (3840×2160 при 24/25/30 Гц и 4096×2160 при 24 Гц).

Реализована возможность создания Fast Ethernet-соединения (100 Мбит/с) (HDMI Ethernet Channel, HEC).

Реализована технология реверсивного звукового канала (ARC).

Разработан новый интерфейсный разъём для миниатюрных устройств — micro-HDMI (Type D).

Поддержка 3D-изображения.

1.4a 4 марта 2010

Улучшена поддержка 3D-изображения

Новые обязательные режимы Side-by-Side и Top-and-Bottom для вещательного контента, в дополнение к режимам, имеющимся в спецификации 1.4. С учётом этих двух обязательных форматов, спецификация HDMI версии 1.4a обеспечивает уровень совместимости устройств, предназначенных для доставки 3D-контента через соединение HDMI.

Обязательные 3D форматы:

для фильмов на Blu-ray дисках — удвоенного разрешения (Frame Packing) 1080p @ 24 Гц;

для игр — удвоенного разрешения (Frame Packing) 720p @ 50 или 59.94/60 Гц;

для телевидения — режим Side-by-Side 1080i @ 50/60 Гц или режим Top-and-Bottom 720p @ 50/60 Гц или 1080p @ 24 Гц.

Применение 3D-форматов:

дисплеи — должны поддерживать все обязательные форматы;

коммутаторы, хабы и другие коммутирующие устройства должны быть в состоянии пропускать все обязательные форматы;

источники (Blu-ray плееры, игровые приставки, ТВ-тюнеры) — должны поддерживать, по крайней мере, один обязательный формат.

1.4b 11 октября 2011

Одной из новых функций является то, что он добавляет поддержку 3D видео 1080p на 120 Гц. Увеличена пропускная способность интерфейса по одному проводу до 15 Гбит/с.

2.0 4 сентября 2013

Ожидается, что в HDMI 2.0 будет увеличена максимальная дифференциальная передача сигналов с минимизацией перепадов уровней (TMDS) на пропускную способность канала от 3,4 Гбит/с до 6 Гбит/с, который позволит увеличить общую пропускную TMDS до 18 Гбит/с. Это позволит HDMI 2.0 поддерживать разрешение Full HD 3D со скоростью 120 кадров в секунду и разрешение 4K со скоростью 60 кадров в секунду (FPS). Другие особенности, которые, как ожидается, для HDMI 2.0 будут включать поддержку 4:2:0 (цветовая субдискретизация), поддержку 25 кадров в секунду 3D форматов, улучшение 3D-возможностей, поддержка более чем 8 каналов аудио, поддержка HE-AAC и DRA аудио стандартов и другие дополнительные функции. HDMI 2.0 был официально анонсирован 4 сентября 2013 года[5].

Добавлена поддержка разрешения 4K (3840×2160) при 50/60 Гц

Добавлена поддержка до 32 каналов аудио

Звуковая частота увеличена до 1536кГц для самого высокого качества звука

Одновременная передача двойного видеопотока для нескольких пользователей на одном экране

Одновременная передача многопоточкового аудио нескольким пользователям (до 4)

Добавлена поддержка дисплеев с соотношением сторон 21:9

Добавлена динамическая синхронизация видео и аудио потоков

Улучшение CEC обеспечивает расширенные возможности управления бытовой электроникой при помощи единой точки управления

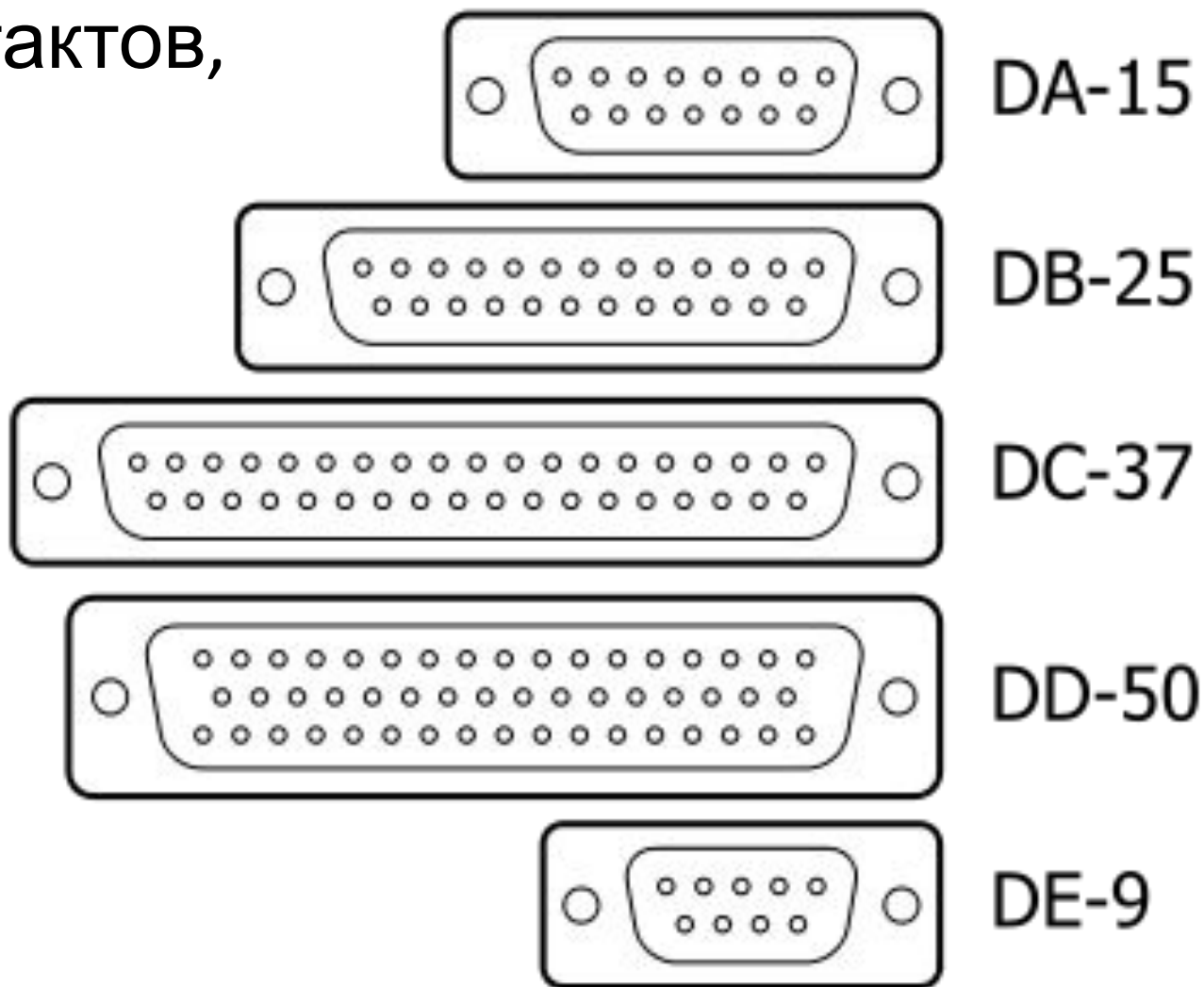
- Характеристики
- HDMI имеет пропускную способность в пределах от 4,9 до 10,2 Гбит/с.
- длина кабеля — рекомендуется 1,5 м, возможно до 15 метров.
- поддерживает управляющие протоколы CEC и европейский AV.link

- Типовые проблемы связанные с кабелями
- Одной из самых распространённых проблем является появление разбросанных и мерцающих красных (хотя возможны и другие цвета) точек на высоких разрешениях на изображении, это может происходить по следующим причинам:
 - недостаточный контакт нескольких пинов кабеля;
 - нехватка скорости передачи по кабелю;
 - плохая помехозащищённость кабеля.
- Способы устранения:
 - улучшить фиксацию кабеля в гнездах путём закрутки винтов на вилках;
 - заменить кабель на DVI Dual link, тем самым увеличив скорость передачи;
 - заменить на более помехозащищённый кабель, однако надо помнить, что скорости кабеля Single Link на высоких разрешениях может не хватить.
- А также альтернативные способы устранения:
 - понизить частоту обновления в драйвере видеоадаптера;
 - переключить режим работы DVI (например как в драйверах видеокарт ATI Catalyst).

D-subminiature

- Разъём D-sub содержит два или более параллельных рядов контактов или гнезд, обычно окружённых металлическим экраном в форме латинской D, который обеспечивает механическое крепление соединения и экранирует от электромагнитных помех. Форма разъёма в виде буквы D предохраняет от неправильной ориентации разъёма. Часть разъёма, содержащая контакты, называется по-английски male connector, или plug (по-русски штекер, или вилка, хотя чаще в данном контексте используется жаргонный термин «папа»), а часть, содержащая гнезда — female connector, или socket (розетка или «мама»). Экран розетки плотно входит внутрь экрана вилки. Если используются экранированные кабели, экраны разъёмов соединяются с экранами кабелей, обеспечивая, таким образом, непрерывное экранирование для всего соединения.

- A = 15 КОНТАКТОВ,
- B = 25,
- C = 37,
- D = 50,
- E = 9



D Sub 15pin



9 pin d-sub connector male



- 9 to 15 pin VGA cable
- 9 PIN D-SUB MALE к компьютеру
- 15 PIN HIGHDENSITY D-SUB FEMALE к монитору
- 9-Pin 15-Pin
- Red Video 1 1
- Green Video 2 2
- Blue Video 3 3
- Horizontal Sync 4 13
- Vertical Sync 5 14
- Red GND 6 6
- Green GND 7 7
- Blue GND 8 8
- Sync GND 9 10 + 11

1920



CONVENTIONAL

1080



2560



SAMSUNG

1440



Разрешение монитора, диагональ и соотношение сторон.

- Самые ходовые и распространённые соотношения сторон – **4:3, 16:10, 16:9.**

4:3

- В данный момент соотношение сторон в виде «квадрат» (4:3)



16:9

- Данный формат удобен тем, что он больше стандартизирован под **HD** фильмы, да и мониторы данного формата, зачастую имеют разрешение **FullHD (1920x1080)** или **HDready (1366x768)**



16:10



Яркость и Контрастность.

- Хорошим показателем является статическая контрастность – **1000:1** и выше. Вычисляется отношением максимальной яркости (белый цвет) к минимальной (чёрный цвет).
- Также, существует система измерения **динамической контрастности**.
- **Динамическая контрастность** – это автоматическая подстройка ламп монитора монитора, под определённые параметры которые выводятся в данный момент на экран

Типы подсветок мониторов.

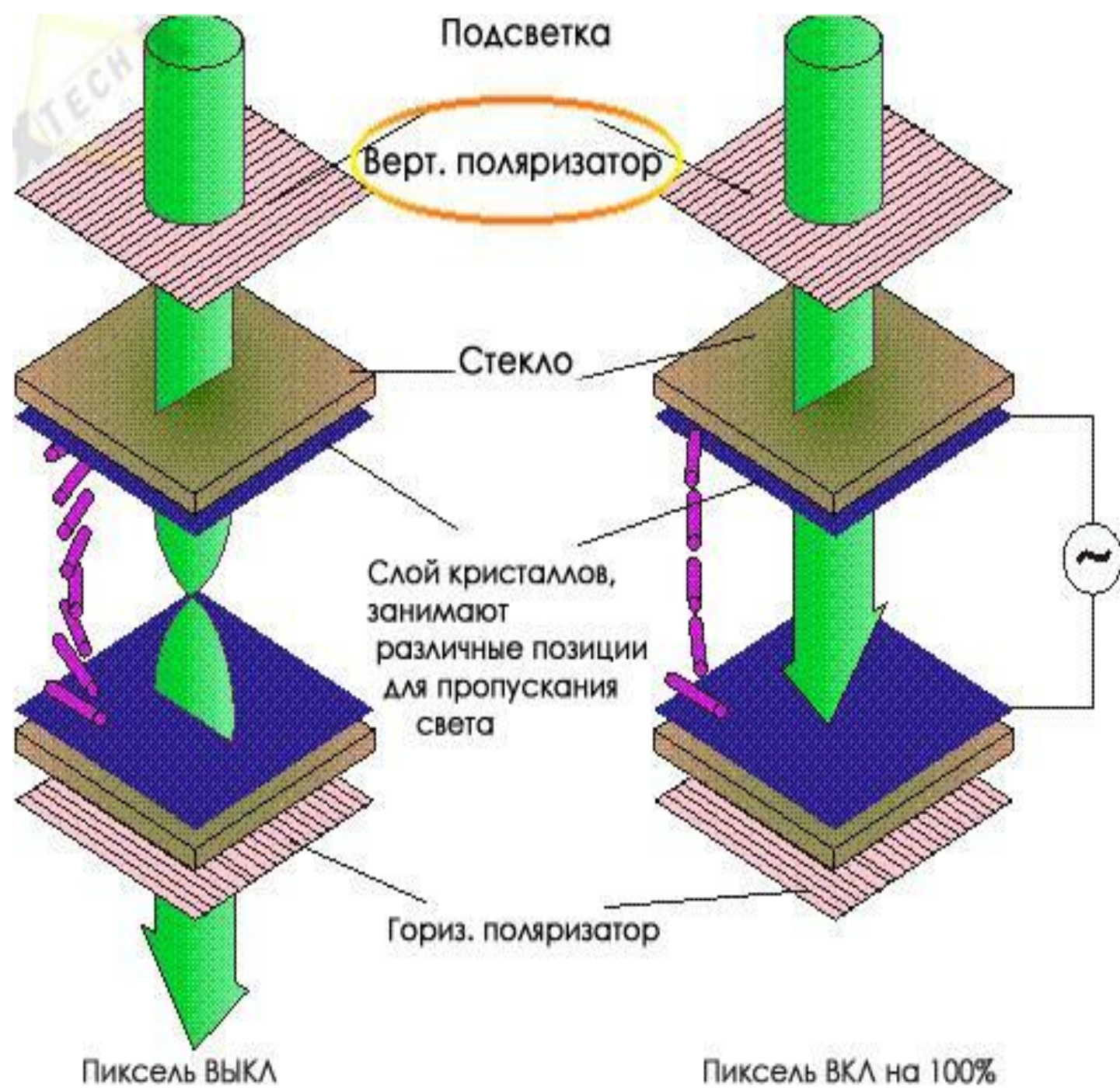
Монитор и его влияние зрение

- **Яркость подсветки** – один из самых важных факторов, который влияет на усталость ваших глаз. Чтобы уменьшить утомляемость – уменьшите яркость до минимального комфортного значения.

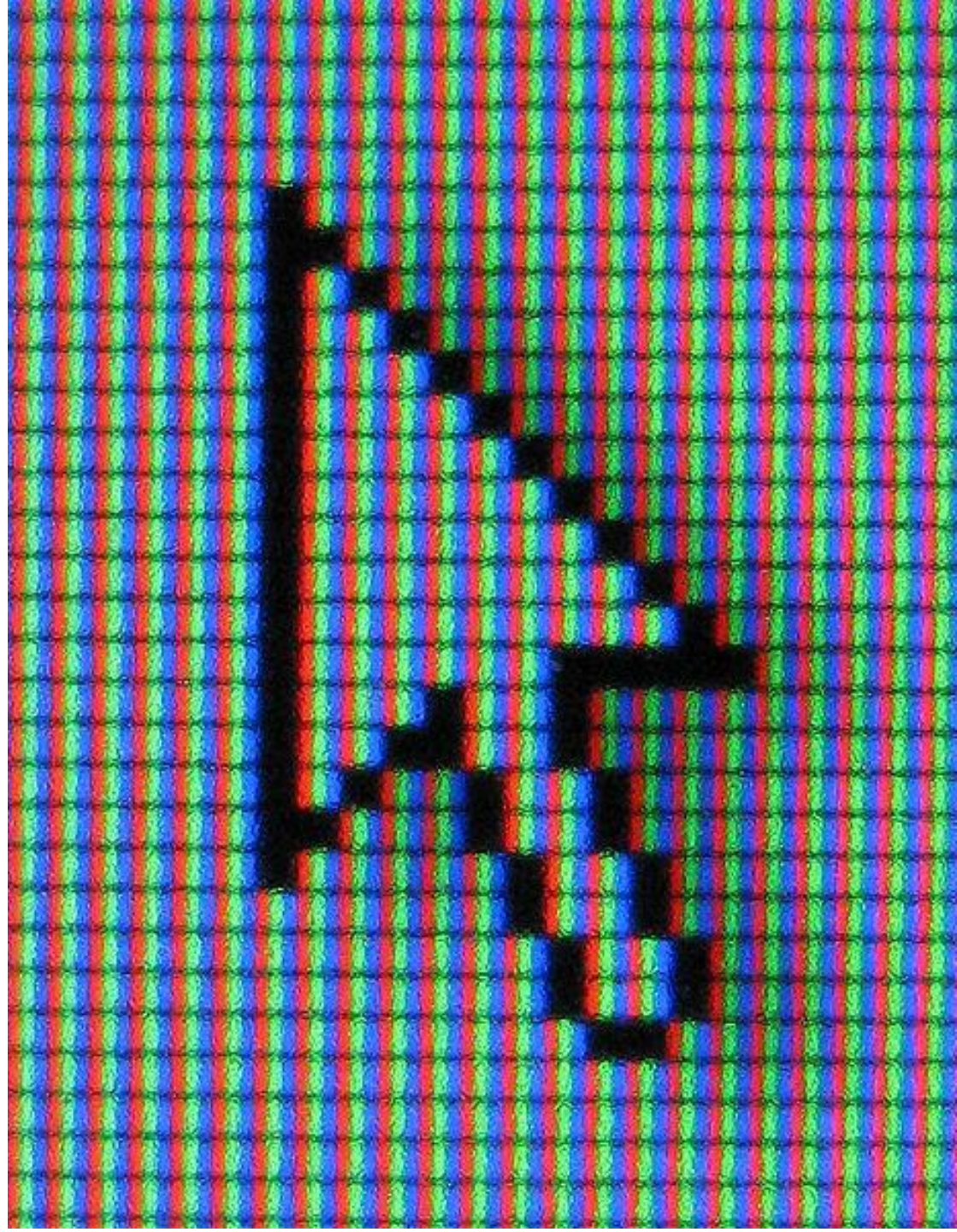
- Есть другая проблема и присуща она мониторам с [LED подсветкой](#). А именно – если снижать яркость, может появиться **видимое мерцание**, которое ещё больше влияет на утомляемость глаз, чем высокая яркость. Связано это с особенностью регулировки подсветки с использованием [ШИМ](#). В бюджетных мониторах применяются более дешёвые, низкочастотные **ШИМ**, которые создают мерцания диодов. Скорость затухания света в диоде значительно выше чем в лампах [CCFL](#), именно поэтому у **LED** подсветки это **более заметно**. В таких мониторах лучше соблюсти золотую середину между минимальной яркостью и началом видимого мерцания светодиодов.
- Если вы имеете какие то **проблемы с утомляемостью глаз**, то лучше поискать монитор с **CCFL** подсветкой, либо **LED** монитор с поддержкой **120 Гц**. В **3D** мониторах, используются более высокочастотные **ШИМ** регуляторы, чем на обычных. Это касается как **LED** подсветок, так и **CCFL**.

TN+film (Twisted Nematic + film)

- Часть «film» в названии технологии означает дополнительный слой, применяемый для увеличения угла обзора (ориентировочно — от 90° до 150°). В настоящее время приставку «film» часто опускают, называя такие матрицы просто TN. К сожалению, способа улучшения контрастности и времени отклика для панелей TN пока не нашли, причём время отклика у данного типа матриц является на существующий момент одно из лучших, а вот уровень контрастности — нет.
- TN + film — самая простая технология.
- Матрица TN + film работает следующим образом: если к субпикселям не прилагается напряжение, жидкие кристаллы (и поляризованный свет, который они пропускают) поворачиваются друг относительно друга на 90° в горизонтальной плоскости в пространстве между двумя пластинами. И так как направление поляризации фильтра на второй пластине составляет угол в 90° с направлением поляризации фильтра на первой пластине, свет проходит через него. Если красные, зеленые и синие субпиксели полностью освещены, на экране образуется белая точка.
- К достоинствам технологии можно отнести самое маленькое время отклика среди современных матриц.



Макрофотограф
ия TN+film
матрицы
монитора NEC
LCD1770NX. На
белом фоне -
стандартный
курсор Windows



Мониторы матрице TN имеют следующие плюсы:

- Высокая скорость отклика.**
- Низкая цена.**
- Высокий уровень яркости и
возможность использования любых
подсветок.**

Однако, мониторы с TN матрицей имеют следующие минусы:

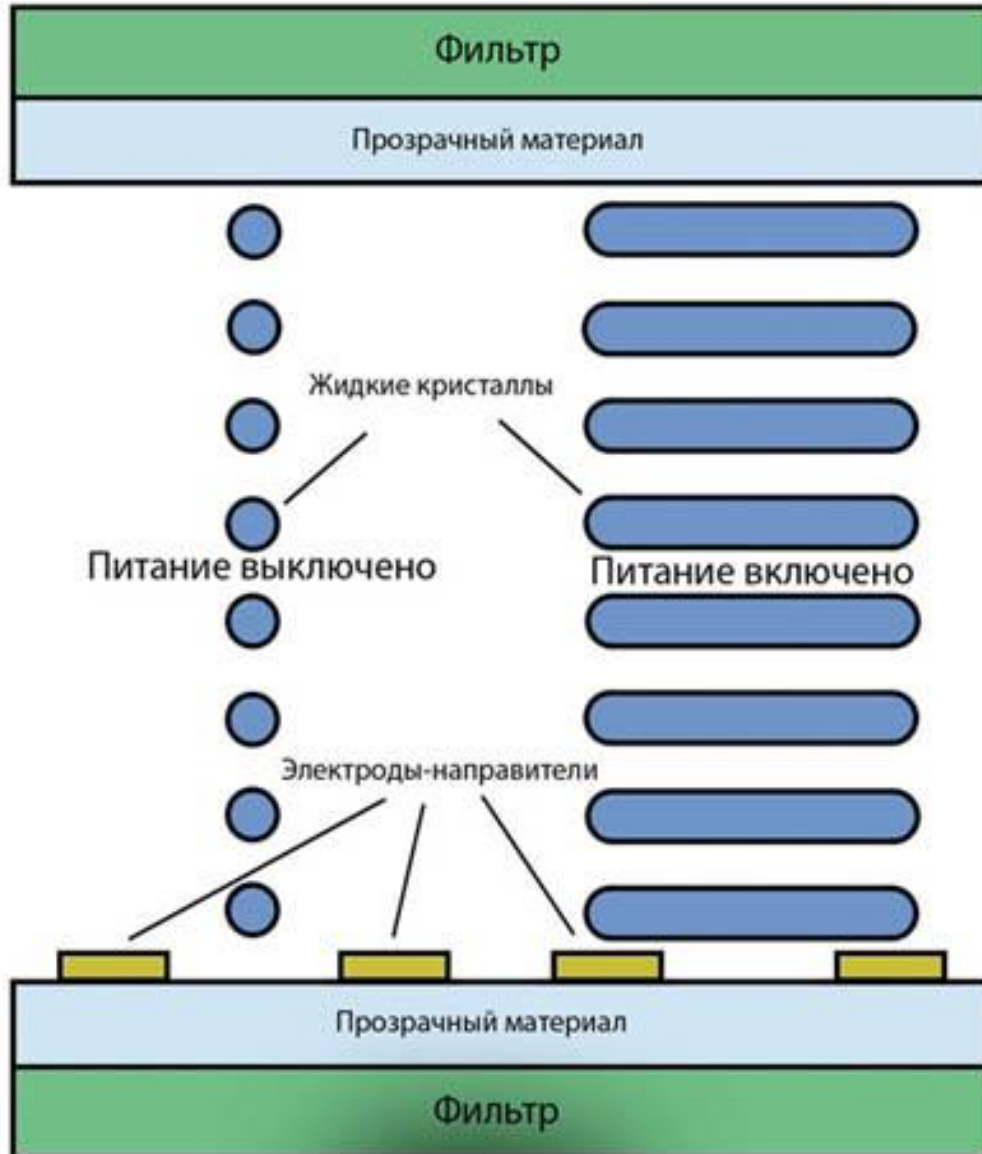
- Маленькие углы обзора. Искажения цвета вплоть до инверсии при взгляде под острым углом. Особенно выражено при взгляде снизу вверх.**
- Довольно плохой уровень контрастности.**
- Неправильная, неточная цветопередача.**

• IPS (In-Plane Switching)

- Технология In-Plane Switching была разработана компаниями Hitachi и NEC и предназначалась для избавления от недостатков TN + film. Однако, хотя с помощью IPS удалось добиться увеличения угла обзора до 170°, а также высокой контрастности и цветопередачи, время отклика осталось на низком уровне.
- На настоящий момент матрицы, изготовленные по технологии IPS единственные из ЖК-мониторов, всегда передающие полную глубину цвета RGB — 24 бита, по 8 бит на канал). TN-матрицы почти всегда имеют 6-бит, как и часть MVA.
- Если к матрице IPS не приложено напряжение, молекулы жидких кристаллов не поворачиваются. Второй фильтр всегда повернут перпендикулярно первому, и свет через него не проходит. Поэтому отображение черного цвета близко к идеалу. При выходе из строя транзистора «битый» пиксель для панели IPS будет не белым, как для матрицы TN, а черным.
- При приложении напряжения молекулы жидких кристаллов поворачиваются перпендикулярно своему начальному положению и пропускают свет.
- IPS в настоящее время вытеснено технологией S-IPS (Super-IPS, Hitachi 1998 год), которая наследует все преимущества технологии IPS с одновременным уменьшением времени отклика. Но, несмотря на то, что цветность S-IPS панелей приблизилась к обычным мониторам CRT, контрастность все равно остаётся слабым местом. S-IPS активно используется в панелях размером от 20", LG.Philips и NEC остаются единственными производителями панелей по данной технологии.

Чёрный цвет

Белый цвет



Лампа

- AS-IPS — технология Advanced Super IPS (Расширенная Супер-IPS), также была разработана корпорацией Hitachi в 2002 году. В основном улучшения касались уровня контрастности обычных панелей S-IPS, приблизив его к контрастности S-PVA панелей. AS-IPS также используется в качестве названия для мониторов корпорации NEC (например NEC LCD20WGX2) созданных по технологии S-IPS, разработанной консорциумом LG.Philips.
- A-TW-IPS — Advanced True White IPS (Расширенная IPS с настоящим белым), разработано LG.Philips для корпорации NEC. Представляет собой S-IPS панель с цветовым фильтром TW (True White — Настоящий белый) для придания белому цвету большей реалистичности и расширению цветового диапазона. Этот тип панелей используется при создании профессиональных мониторов для использования в фотолабораториях и/или издательствах.
- AFFS — Advanced Fringe Field Switching (неофициальное название S-IPS Pro). Технология является дальнейшим улучшением IPS, разработана компанией BOE Hydis в 2003 году. Усиленная мощность электрического поля позволила добиться ещё больших углов обзора и яркости, а также уменьшить межпиксельное расстояние. Дисплеи на основе AFFS в основном применяются в планшетных ПК, на матрицах производства Hitachi Displays.

Макрофотограф
ия S-IPS матрицы
монитора NEC 20
WGX2 Pro.
Стандартный
курсор Windows
на оранжевом
фоне



Основные плюсы IPS матриц:

- **Лучшая в мире цветопередача среди TFT LCD панелей.**
- **Высокие углы обзора.**
- **Хороший уровень статичной контрастности и точности передачи оттенков.**

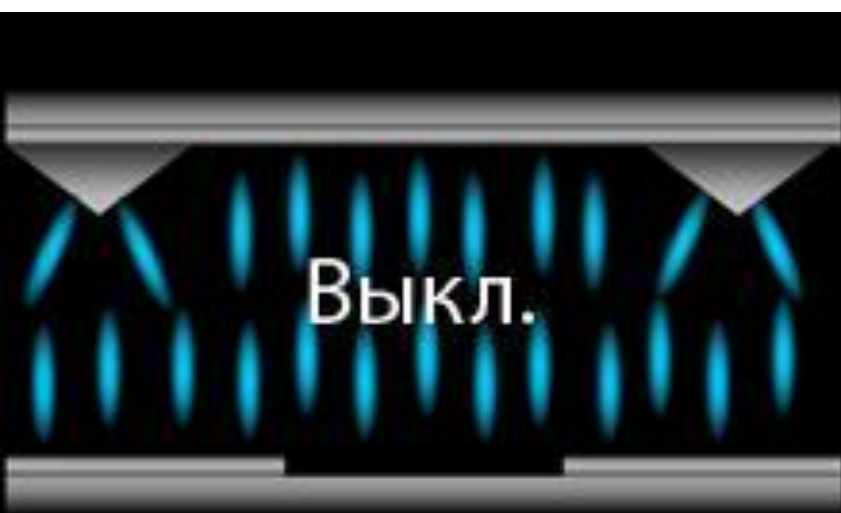
Из минусов IPS можно

ОТМЕТИТЬ:

- **Более высокая цена.**
- **Обычно более крупные габариты и вес, в сравнении с мониторами на TN матрице. Больше энергопотребление.**
- **Низкая скорость отклика пикселей, но лучше чем у *VA матриц.**
- **На данных матрицах, чаще чем на остальных встречаются такие неприятные моменты как glow,**

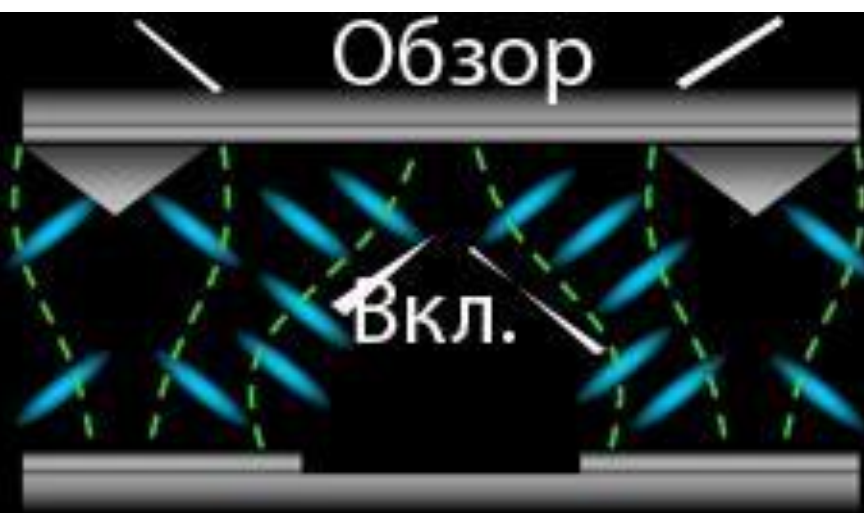
*VA (Vertical Alignment)

- MVA — Multi-domain Vertical Alignment. Эта технология разработана компанией Fujitsu как компромисс между TN и IPS технологиями. Горизонтальные и вертикальные углы обзора для матриц MVA составляют 160° (на современных моделях мониторов до 176 — 178 градусов), при этом благодаря использованию технологий ускорения (RTC) эти матрицы не сильно отстают от TN+Film по времени отклика, но значительно превышают характеристики последних по глубине цветов и точности их воспроизведения.
- MVA стала наследницей технологии VA, представленной в 1996 году компанией Fujitsu. Жидкие кристаллы матрицы VA при выключенном напряжении выровнены перпендикулярно по отношению ко второму фильтру, то есть не пропускают свет. При приложении напряжения кристаллы поворачиваются на 90° , и на экране появляется светлая точка. Как и в IPS-матрицах, пиксели при отсутствии напряжения не пропускают свет, поэтому при выходе из строя видны как чёрные точки.
- Достоинствами технологии MVA являются глубокий черный цвет и отсутствие, как винтовой структуры кристаллов, так и двойного магнитного поля.
- Недостатки MVA в сравнении с S-IPS: пропадание деталей в тенях при перпендикулярном взгляде, зависимость цветового баланса изображения от угла зрения, большее время отклика.
- Аналогами MVA являются технологии:
 - PVA (Patterned Vertical Alignment) от Samsung.
 - Super PVA от Samsung.
 - Super MVA от CMO.
- Матрицы MVA/PVA считаются компромиссом между TN и IPS, как по стоимости, так и по потребительским качествам.



Выкл.

Лампа



Обзор

Вкл.

Лампа

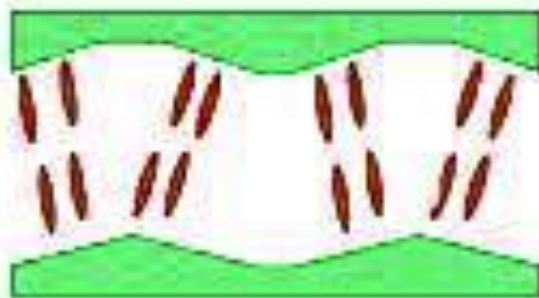
Плюсы VA матриц:

- **Высокие углы обзора.**
- **Самая высокая контрастность среди TFT LCD матриц. Достигается благодаря пикселю, который состоит из двух частей, каждой из которых можно управлять отдельно.**
- **Глубокий чёрный цвет.**

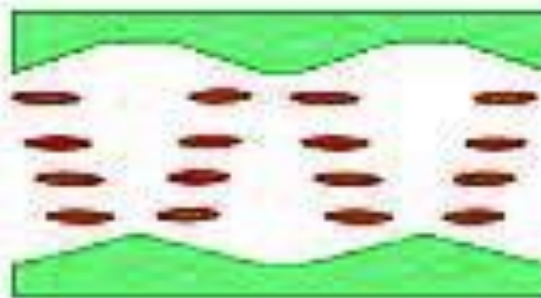
Минусы VA матриц:

- Довольно высокое время отклика.
- Искажение оттенков и резкое уменьшение контрастности в тёмных участках картинки при перпендикулярном взгляде на монитор.

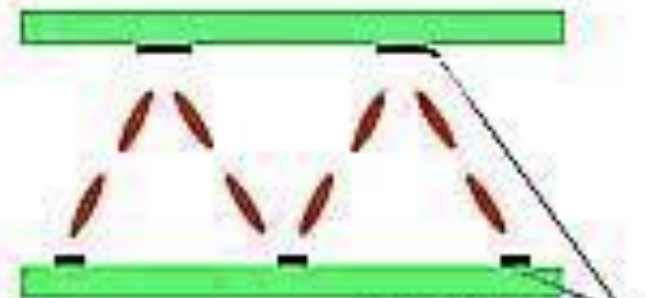
Принципиальной разницы между PVA и MVA нет.



MVA OFF



MVA ON



PVA

Электроды

- **PVA** – является фирменной технологией корпорации **Samsung**. На самом деле это на **90%** та же **MVA**, но с изменённым расположением электродов и кристаллов. Явных **преимуществ PVA** над **MVA** не имеет.
- Если вы жалеете денег на высококачественную матрицу на **IPS** технологии, возможно оптимальным вариантом для вас, будет монитор на **xVA** матрицах.
- Или же можно посмотреть в сторону **e-IPS** матрицы, которая очень схожа по характеристикам с **MVA/PVA**. Хотя **e-IPS** всё же предпочтительней, так как обладает лучшим временем отклика и не имеет проблем с потерей контрастности при прямом взгляде.

PLS

- – вариация **IPS** от компании Samsung. В отличии от **IPS**, есть возможность размещать пиксели более плотно, но при этом страдает контрастность (не очень удачная для этого конструкция пикселей). Контрастность не выше **600:1** – самый низкий показатель среди **LCD** матриц. Даже у **TN** матриц данный показатель выше. Матрицы **PLS** могут использовать любой вид подсветки. По характеристикам, более

**Какую же матрицу для
монитора выбрать?**

**Зависит от
ваших
требований.**

TN

- **TN подходит для:**
- **Игры**
- **Интернет сёрфинг**
- **Экономного пользователя**
- **Офисные программы**
- **Просмотр фильмов**

- **TN не подходит для:**
- **Работа с цветом и фото**
- **Профессиональные программы и предпечатная подготовка**

IPS

- **Просмотр фильмов**
- **Профессиональные программы и
предпечатная подготовка
Работа с цветом и фото**
- **Игры (+-; только для E-IPS, S-IPS II, UH-IPS)**
- **Интернет сёрфинг**
- **Офисные программы**

IPS не подходит для:

- **Игры (для P-IPS, S-IPS)**

*VA

- **PVA/MVA подходит для:**
- **Просмотр фильмов**
- **Профессиональные программы и предпечатная подготовка**
- **Работа с цветом и фото**
- **Интернет сёрфинг**
- **Офисные программы**

- **PVA/MVA не подходит для:**
- **Игры (слишком низкая скорость отклика)**

PLS

- **Преимущества и недостатки матриц PLS:**
- Высокая яркость
- Хорошая цветопередача
- Широкие углы обзора
- Низкое потребление энергии
- Большое время отклика
- Низкая контрастность
- Неравномерная подсветка матрицы

Повторим ещё раз самые главные характеристики, на которые стоит обращать внимание при выборе монитора для себя:

- **1. Тип матрицы.**
- **2. Диагональ.**
- **3. Соотношение сторон.**
- **4. Разрешение.**
- **5. Тип подсветки.**
- **6. Время отклика.**
- **7. Яркость и контрастность.**
- **8. Разъёмы подключений.**

На что обратить внимание при покупке монитора

- 1. Углы обзора. Просто посмотрите на изображение на мониторе под разными углами (слева-справа, сверху-снизу) - если оно сильно искажается, то лучше отказаться от такого монитора. Обратите внимание, что черный цвет также необходимо аналогично проверить отдельно, не сильно ли переходит он в фиолетовый.
- 2. "Карандашный тест" Перед тестом необходимо уменьшить яркость хотя бы наполовину. Если карандаш или ручка будут выглядеть просто смазанными, а не "кадрами" - это очень хорошо и обязательно понравится Вашим глазам. Не знаю, что Вы скажете продавцу, но следующие три теста можно провести только в очень темном помещении.
- 3. Глубина черного цвета. Поставьте в меню яркость на максимум, а потом отключите от него все сигнальные кабеля - на черном экране обычно будет болтаться надпись типа "Check Signal Cable". Черный цвет практически никогда не будет черным, это нормально, но если он даже не темно-серый, а светлее - то лучше отказаться от покупки.
- 4. Равномерность засветки. Необходимо проследить за тем, чтобы черный цвет был более-менее равномерным по всей площади экрана. Особое внимание необходимо уделить краям, так как даже в дорогих мониторах часто бывают неравномерно освещенные участки. Небольшие засветы неизбежны, но их можно игнорировать.
- 5. Битые пиксели (актуально только для мониторов TN). Битые светлые ("горячие") пиксели на черном фоне будут хорошо заметны - просто внимательно осмотрите черные участки. Битые темные ("мертвые") пиксели проверяются на светлом фоне, но делать это не обязательно, так как в обычной работе их дефектность заметить сложно. Ну и вообще идеально было бы побродить по Интернету полчаса-час, чтобы определить, не сильно ли устают глаза от нового монитора, но на такой тест продавец вряд ли будет согласен. Дома перед использованием желательно сделать сброс настроек монитора, далее яркость поставить на 70-90% и контраст на 60-80%.

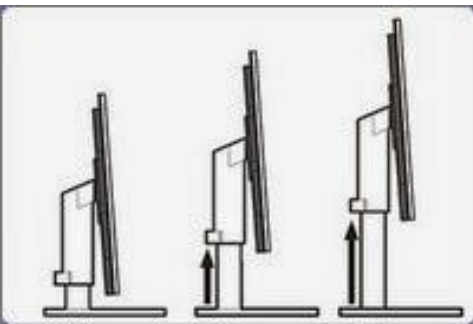
Дизайн и эргономика монитора



- тонкая рамка вокруг экрана (особенно черного цвета или в тон интерьера) менее заметна и поэтому меньше отвлекает от восприятия информации;



- такая казалась бы мелочь, как яркий индикатор питания может сильно подпортить жизнь, так как яркий свет в глаза при слабом внешнем освещении сильно раздражает. Лечится настройками в меню монитора (иногда) или кусочком изоленты в цвет корпуса монитора (неэстетично, но надежно);



- все мониторы имеют возможность изменять наклон вперед-назад, а вот регулировка по высоте есть далеко не у каждой модели. Слишком низко стоящий монитор требует наклона головы вниз, что приводит к повышенной усталости и через некоторое время может вызвать проблемы со здоровьем в районе шейных позвонков.

Преимущества и недостатки

- В настоящее время ЖК-мониторы являются основным, бурно развивающимся направлением в технологии мониторов. К их преимуществам можно отнести: малый размер и вес в сравнении с ЭЛТ. У ЖК-мониторов, в отличие от ЭЛТ, нет видимого мерцания, дефектов фокусировки и сведения лучей, помех от магнитных полей, проблем с геометрией изображения и четкостью. Энергопотребление ЖК-мониторов в 2-4 раза меньше, чем у ЭЛТ и плазменных экранов сравнимых размеров. Энергопотребление ЖК мониторов на 95 % определяется мощностью ламп подсветки или светодиодной матрицы подсветки (англ. backlight — задний свет) ЖК-матрицы. Во многих современных мониторах для настройки пользователем яркости свечения экрана используется широтно-импульсная модуляция ламп подсветки частотой от 150 до 400 и более Герц. Светодиодная подсветка в основном используется в небольших дисплеях, хотя в последние годы она все шире применяется в ноутбуках и даже в настольных мониторах. Несмотря на технические трудности её реализации, она имеет и очевидные преимущества перед флуоресцентными лампами, например более широкий спектр излучения, а значит, и цветовой охват.

С другой стороны, ЖК-мониторы имеют и некоторые недостатки, часто принципиально трудноустраняемые, например:

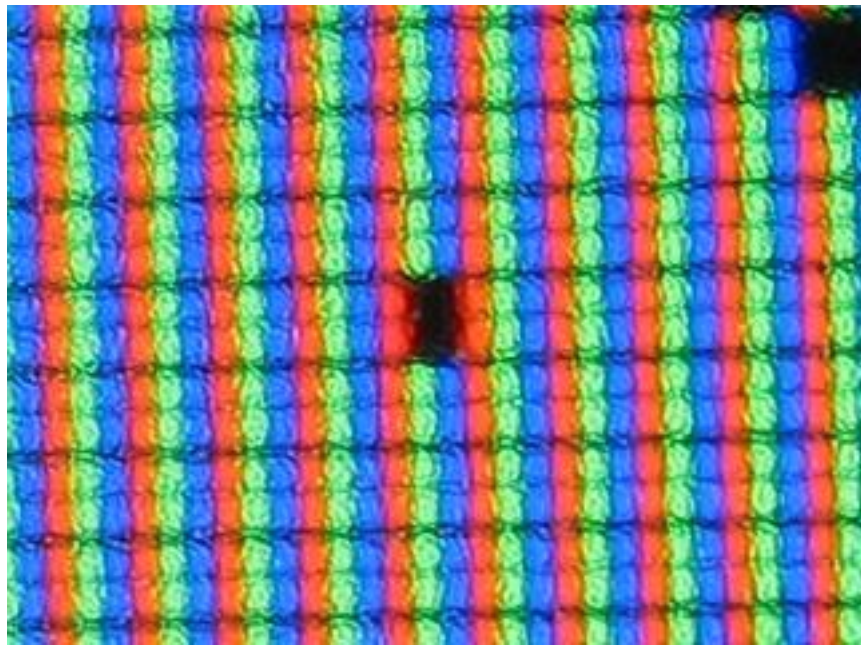
- В отличие от ЭЛТ, могут отображать чёткое изображение лишь в одном («штатном») разрешении. Остальные достигаются интерполяцией с потерей чёткости. Причем слишком низкие разрешения (например 320x200) вообще не могут быть отображены на многих мониторах.
- Цветовой охват и точность цветопередачи ниже, чем у плазменных панелей и ЭЛТ соответственно. На многих мониторах есть неустранимая неравномерность передачи яркости (полосы в градиентах).
- Многие из ЖК-мониторов имеют сравнительно малый контраст и глубину чёрного цвета. Повышение фактического контраста часто связано с простым усилением яркости подсветки, вплоть до некомфортных значений. Широко применяемое глянцевое покрытие матрицы влияет лишь на субъективную контрастность в условиях внешнего освещения.
- Из-за жёстких требований к постоянной толщине матриц существует проблема неравномерности однородного цвета (неравномерность подсветки).
- Фактическая скорость смены изображения также остаётся ниже, чем у ЭЛТ и плазменных дисплеев. Технология overdrive решает проблему скорости лишь частично.
- Зависимость контраста от угла обзора до сих пор остаётся существенным минусом технологии.
- Массово производимые ЖК-мониторы более уязвимы, чем ЭЛТ. Особенно чувствительна матрица, незащищённая стеклом. При сильном нажатии возможна необратимая деградация. Также существует проблема дефектных пикселей.

Битые пиксели

«Битые пиксели» (а также «мёртвые» или «плохие» пиксели, официальное название — дефектные пиксели, англ. defective pixels) — дефект электронного устройства, воспринимающего или воспроизводящего изображение и имеющего пиксельную структуру. Проявляется в неизменности выходного сигнала (яркости свечения в случае монитора, данных в цифровом файле в случае матрицы цифрового фотоаппарата) нескольких пикселей.

«Горячие пиксели» (англ. hot pixels) — дефект, при котором значение выходного сигнала имеет неверную зависимость от входного, или выходной сигнал в наибольшей степени зависит от иных факторов (температура, значение соседних пикселей).

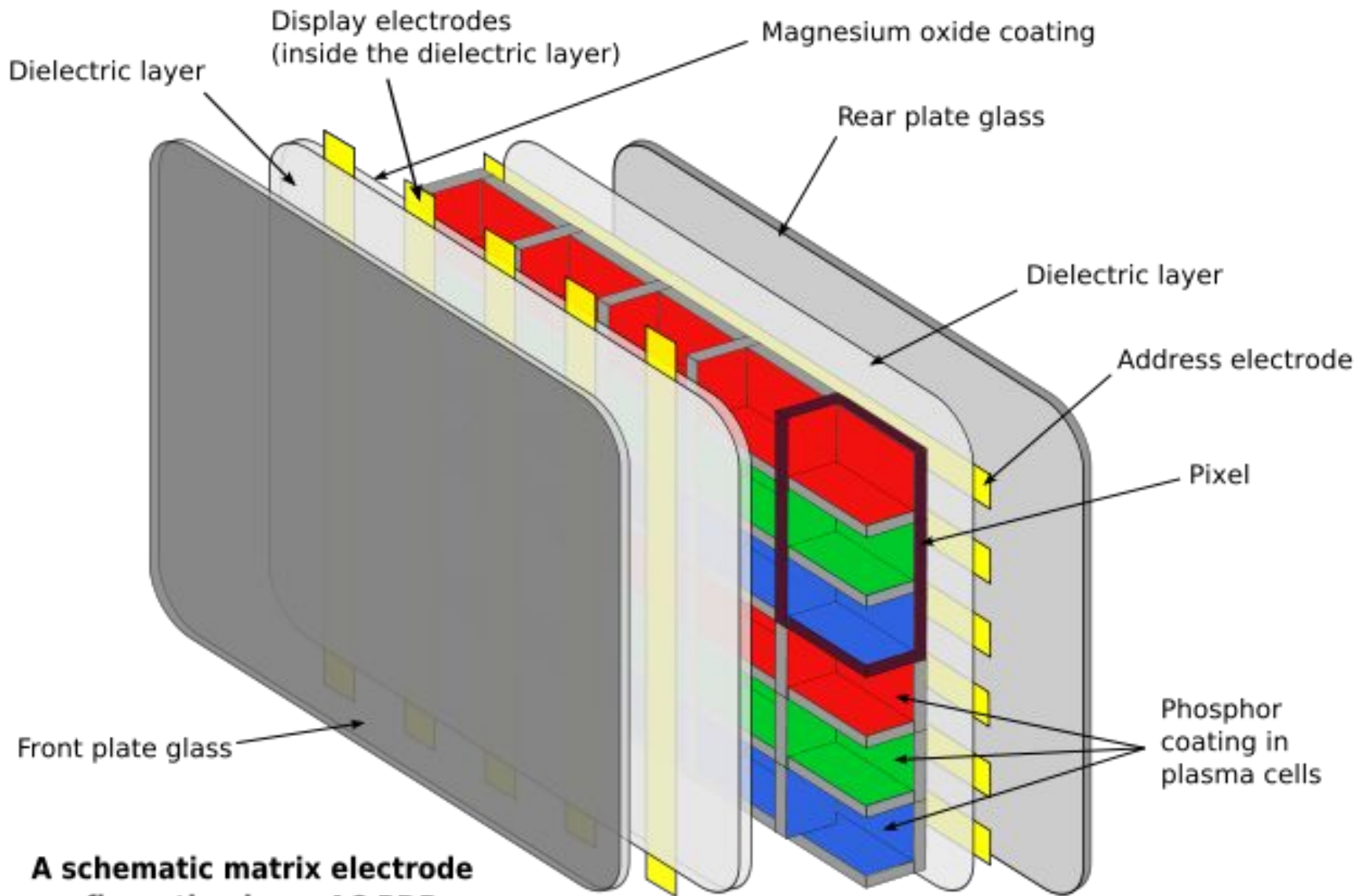
«Зависимые пиксели» — жаргонный термин, означающий зависимость конкретного пикселя от значения его окружающих. Как правило, не заметен на реалистических изображениях. Может быть выявлен на мониторе только «шахматной» заливкой или «сеткой».



- 1 тип - белый пиксель на черном фоне;
- 2 тип - черный пиксель на белом фоне;
- 3 тип - цветные (красный, синий, зеленый);



Плазменная панель



A schematic matrix electrode configuration in an AC PDP

люминофоры

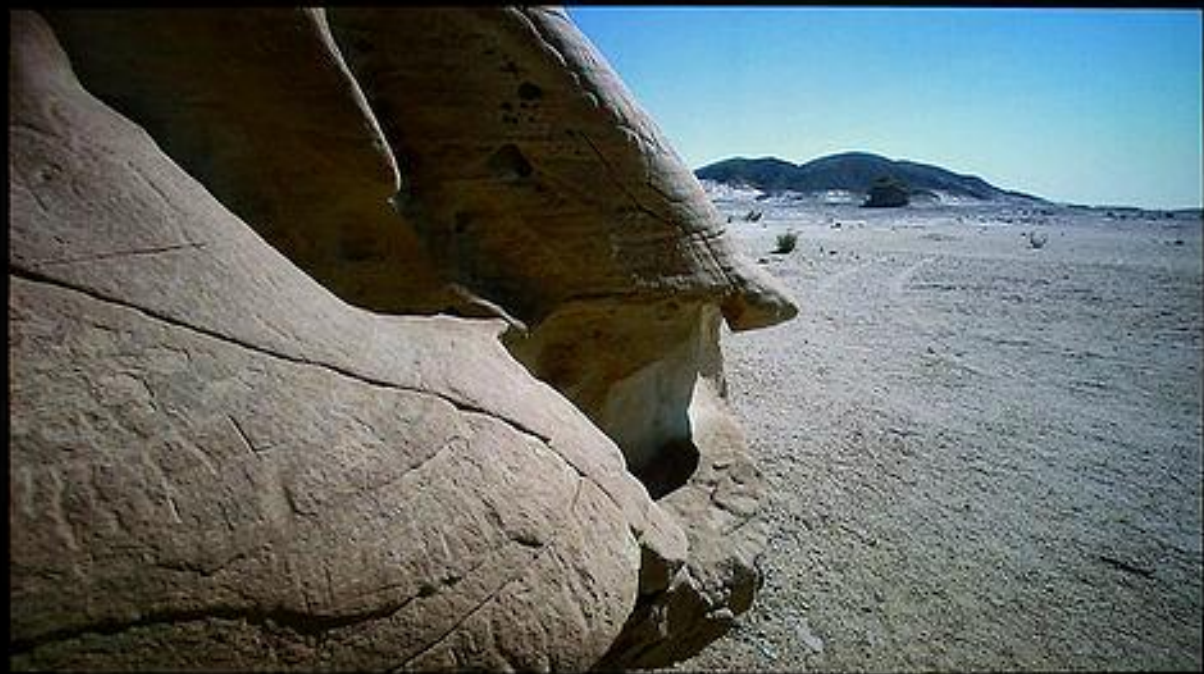
- Зелёный: $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ / $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}^{2+}$
- Красный: $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ / $\text{Y}_{0,65}\text{Gd}_{0,35}\text{BO}_3:\text{Eu}^{3+}$
- Синий: $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$

Три этих люминофора дают свет с длиной волны между 510 и 525 нм для зелёного, 610 нм для красного и 450 нм для синего.

- Последней проблемой остаётся адресация пикселей, поскольку, как мы уже видели, чтобы получить требуемый оттенок нужно менять интенсивность цвета независимо для каждого из трёх суб-пикселей. На плазменной панели 1280x768 пикселей присутствует примерно три миллиона суб-пикселей, что даёт шесть миллионов электродов. Как вы понимаете, проложить шесть миллионов дорожек для независимого управления суб-пикселями невозможно, поэтому дорожки необходимо мультиплексировать. Передние дорожки обычно выстраивают в цельные строчки, а задние — в столбцы. Встроенная в плазменную панель электроника с помощью матрицы дорожек выбирает пиксель, который необходимо зажечь на панели. Операция происходит очень быстро, поэтому пользователь ничего не замечает, — подобно сканированию лучом на ЭЛТ-мониторах.

Проектор

- Проектор — световой прибор, перераспределяющий свет лампы с концентрацией светового потока на поверхности малого размера или в малом объёме. Проекторы являются в основном оптико-механическими или оптически-цифровыми приборами, позволяющими при помощи источника света проецировать изображения объектов на поверхность, расположенную вне прибора — экран.



CRT проектор

CRT-проекторы (катодно-лучевая трубка — англ. cathode ray tube — CRT) являются традиционным типом проекторов. Для лучших образцов этого типа характерно высокое качество цветопередачи и высокая предельная разрешающая способность (чисто измерительная характеристика для оценки возможности различения самых мелких деталей изображения при предельно низком от 3 до 5 % — контрасте). Однако контраст деталей в 5-10 раз более крупных, чем предельно мелкие детали на изображении, даваемом такими проекторами, уже падает в 2-3 раза. Это очень существенный недостаток при воспроизведении графических изображений, особенно в форматах 1280x1024 и выше. У CRT-проекторов, кроме того, яркость изображения в белом падает в 4-7 раз в зависимости от содержания белого в изображении (максимальный световой поток, указываемый в технической документации, это пиковая яркость при 10-20 % белого на чёрном фоне).



Жидкокристаллический проектор

- Жидкокристаллический проектор — устройство, проецирующее на экран изображение, созданное одной или несколькими жидкокристаллическими матрицами.
- Механической основой LCD (матрица на жидких кристаллах — англ. liquid crystal display — LCD) и reflective LCD-проекторов является твердотельная стеклянная подложка с нанесенной на неё системой управления слоем структурированного жидкого кристалла. Поэтому и LCD- и reflective LCD — проекторы дают изображение стабильное по геометрии и другим параметрам. При эксплуатации в зависимости от сюжета изображения иногда требуется только подстройка яркости и контраста изображения.
- Трёхматричные проекторы могут дополнительно иметь точную подстройку сведения цвета, компенсирующую неточность изготовления крепления матриц и зеркал.

Стереодисплей

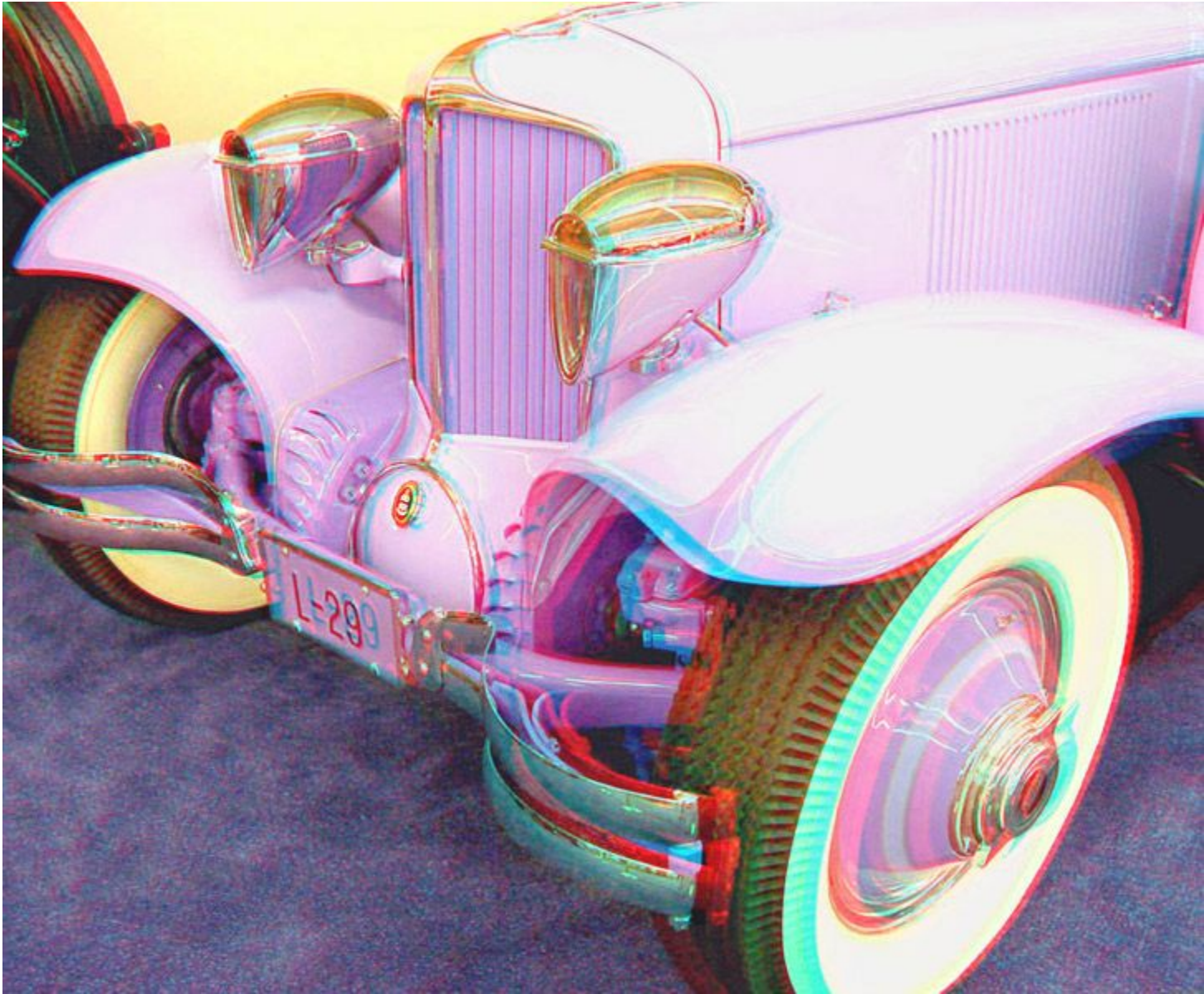
- Стереодисплей — название для устройства визуального отображения информации (дисплея), позволяющего создавать у зрителя наличие реального объёма у демонстрируемых объектов и иллюзию частичного либо полного погружения в сцену, за счёт стереоскопического эффекта.

Пассивные:

- Анаглифические, использующие метод получения стереоэффекта для стереопары обычных изображений при помощи цветового кодирования изображений, предназначенных для левого и правого глаза. Вместо диоптрийных стёкол в такие очки вставлены специальные светофильтры, как правило, для левого глаза — красный, для правого — голубой или синий.
- Поляризационные очки, через эффект поляризации формирующие разные изображения для разных глаз. Снижение яркости изображения для поляризационных очков составляет примерно 50 %, разрешение остается тем же (для систем с двумя ЖК-панелями: Planar [1], StereoPixel [2]) или снижается вдвое (Zalman [3]). Поляризационные очки применяются также в кинотеатрах IMAX

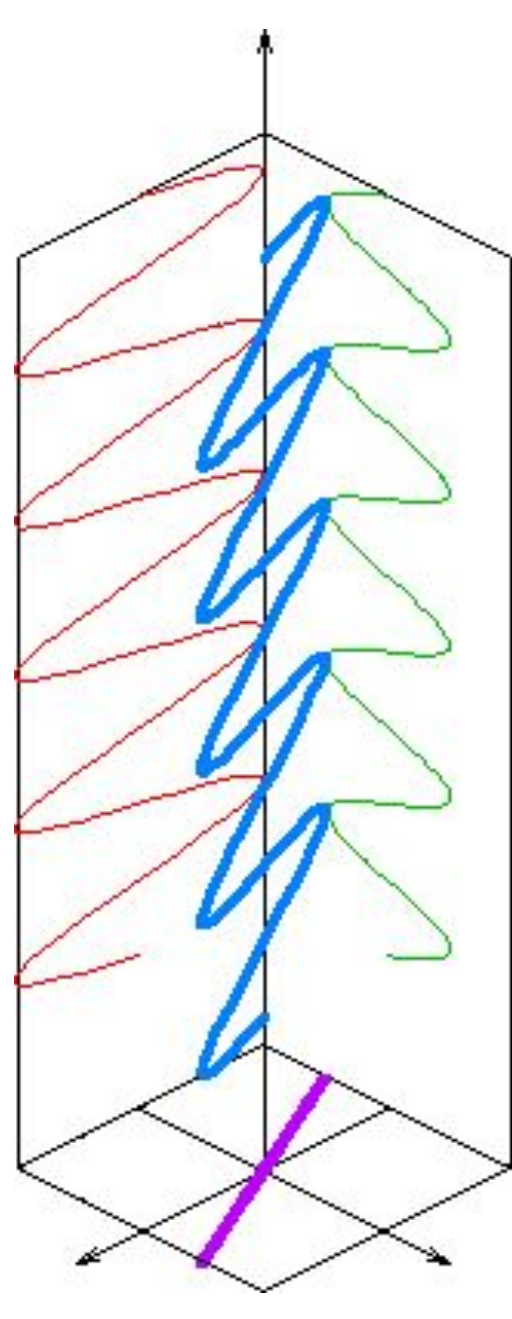
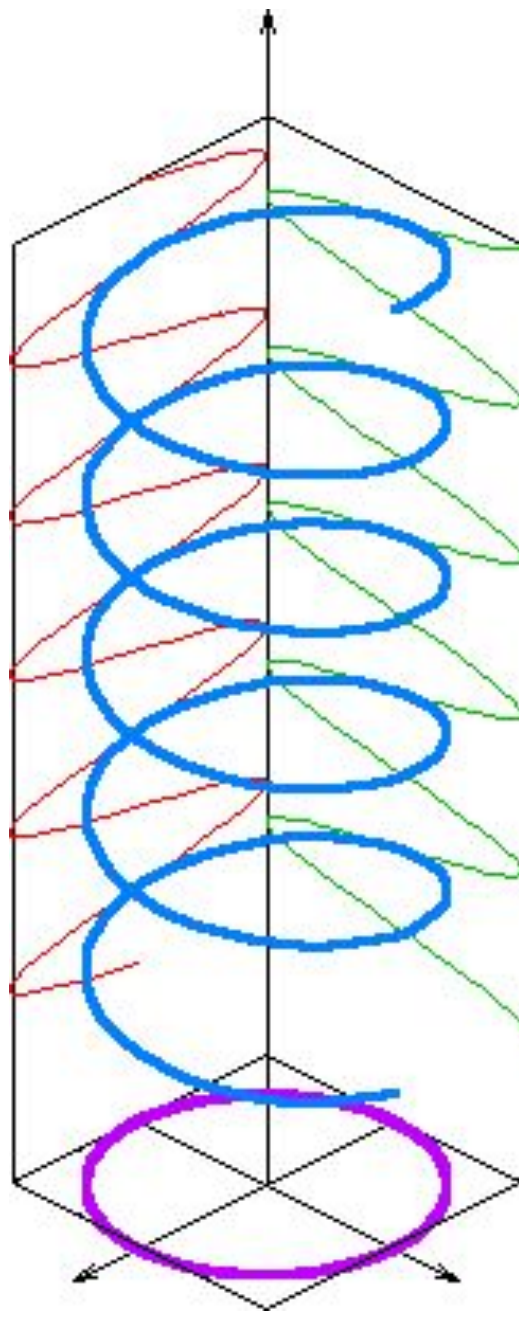
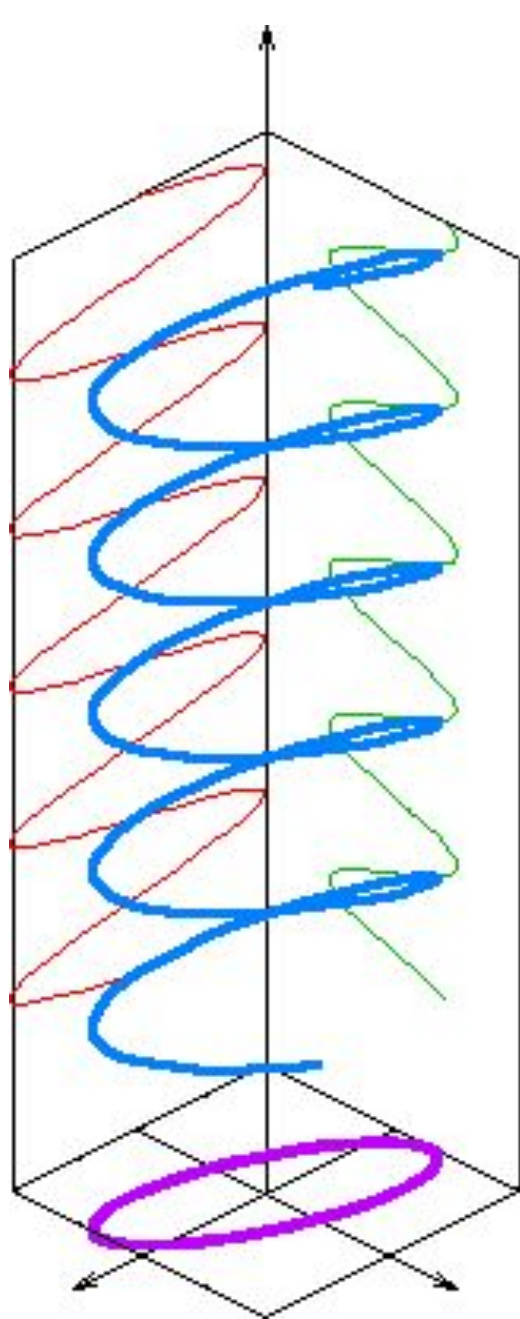
- Ана́глиф — метод получения стереоэффекта для стереопары обычных изображений при помощи цветового кодирования изображений, предназначенных для левого и правого глаза. Для получения эффекта необходимо использовать специальные (анаглифические) очки, в которых вместо диоптрийных стекол вставлены специальные светофильтры, как правило, для левого глаза — красный, для правого — голубой или синий. Стереоизображение представляет собой комбинацию изображений стереопары, в которой в красном канале изображена картина для левого глаза (правый её не видит из-за светофильтра), а в синем (или синем и зеленом — для голубого светофильтра) — для правого. То есть каждый глаз воспринимает изображение, окрашенное в цвет, соответствующий цвету светофильтра в очках. Пример анаглифического изображения (красный — левый, голубой — правый фильтр)
- Основным недостатком метода анаглифов является неполная цветопередача. Формируемое объемное изображение благодаря эффекту бинокулярного смещения цветов воспринимается однотонным или (при определенном соотношении яркостей) ахроматическим. Адаптация наблюдателя к специфическим условиям восприятия происходит достаточно быстро. Однако после не столь долгого (около 15 мин.) пребывания в анаглифических очках у наблюдателя на продолжительное (порядка получаса) время снижается цветовая чувствительность и возникает ощущение дискомфорта от восприятия обычного (не красно-голубого) мира.





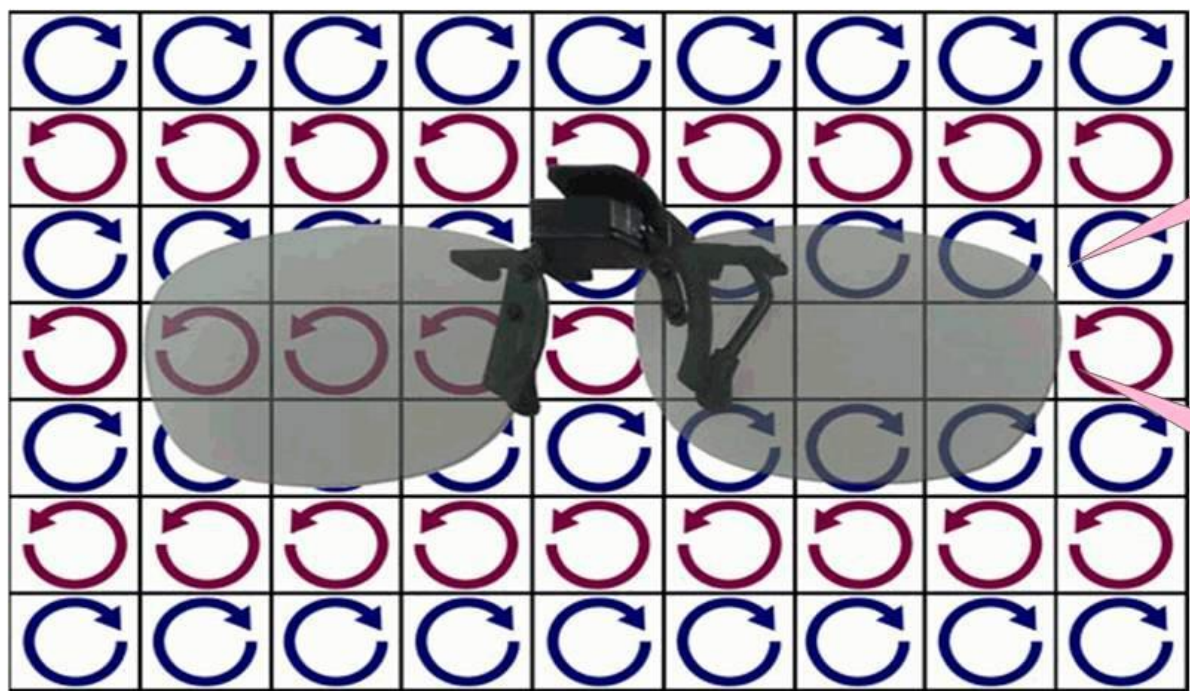


- Поляризация — для электромагнитных волн это явление направленного колебания векторов напряженности электрического поля E или напряженности магнитного поля H . Когерентное электромагнитное излучение может иметь:
- Эллипс поляризации
- Линейную поляризацию — в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны;
- Круговую поляризацию — правую либо левую, в зависимости от направления вращения вектора индукции;
- Эллиптическую поляризацию — случай, промежуточный между круговой и линейными поляризациями.





- Поляризатор — вещество, позволяющее выделить из электромагнитной волны (естественный свет является частным случаем) часть, обладающую желаемой поляризацией при пропускании его сквозь или отражении от поверхности, получая проекцию волны на плоскость поляризации. Они используются в поляризационных фильтрах. В радиотехнике и в быту под поляризатором понимается устройство для преобразования вертикальной или горизонтальной поляризации в круговую (эллиптическую) или наоборот. В антеннах в качестве поляризаторов используют волноводы с вкрученными винтами.
- Поляризационный фильтр — устройство для получения полностью или частично поляризованного оптического излучения из излучения с произвольными поляризационными характеристиками. В фотографии поляризационные фильтры используются для достижения различных художественных эффектов (устранение бликов, затемнение неба).



Вектор напряженности световой волны R

Вектор напряженности световой волны L

Левый глаз через поляризационный фильтр очков видит только изображение, вектор напряженности которой направлен влево, а правый глаз – вправо. Таким образом каждый глаз видит только свою картинку, и в голове человека формируется 3D эффект

АКТИВНЫЕ:

- Затворные очки (жидкокристаллические или поляризационные), синхронизированные с дисплеем и поочерёдно затемняющиеся с той же частотой, с которой дисплей выводит изображения (кадры) для каждого глаза. За счёт эффекта инерции зрения в мозгу зрителя формируется цельное изображение (при этом требуется монитор с частотой развёртки 120 Гц, так, чтобы для каждого глаза частота обновления изображения составляла 60 Гц). Снижение яркости изображения для затворных составляет примерно 80 %, разрешение остается тем же.