

# ЖК-дисплей

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Жидкокристаллический дисплей** (**ЖК-дисплей**, **ЖКД**,  англ. *Liquid crystal display*, *LCD*), также **Жидкокристаллический монитор** (**ЖК-монитор**) — плоский [дисплей](#) на основе [жидких кристаллов](#), а также [монитор](#) на основе такого дисплея.

LCD TFT ( англ. *Thin film transistor* — [тонкоплёночный транзистор](#)) — разновидность жидкокристаллического дисплея, в котором используется [активная матрица](#), управляемая тонкоплёночными транзисторами. Усилитель TFT для каждого субпиксела применяется для повышения быстродействия, [контрастности](#) и чёткости изображения [дисплея](#).

## Содержание

- [1 Назначение ЖК-монитора](#)
- [2 Устройство ЖК-монитора](#)
- [3 Технические характеристики ЖК-монитора](#)
- [4 Технологии](#)
  - [4.1 TN+film \(Twisted Nematic + film\)](#)
  - [4.2 IPS \(In-Plane Switching\)](#)
  - [4.3 \\*VA \(Vertical Alignment\)](#)
- [5 Преимущества и недостатки](#)
- [6 См. также](#)
- [7 Ссылки](#)
- [8 Литература](#)

## Назначение ЖК-монитора

Жидкокристаллический монитор предназначен для отображения графической информации с [компьютера](#), [телевизора](#), цифрового [фотоаппарата](#), электронного переводчика, [калькулятора](#) и пр.

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 цветный [дисплей](#). Многоцветное изображение формируется с помощью [RGB](#)-триад.

На [2008 год](#) в большинстве настольных мониторов на основе TN- (и некоторых \*VA) матриц, а также во всех дисплеях [ноутбуков](#) используются матрицы с 18-битным [цветом](#) (6 бит на каждый RGB-канал), 24-битность эмулируется мерцанием с [дизерингом](#).

## Устройство ЖК-монитора



Субпиксел цветного ЖК-дисплея

Каждый пиксел ЖК-дисплея состоит из слоя молекул между двумя прозрачными [электродами](#), и двух [поляризационных фильтров](#), плоскости поляризации которых (как правило) перпендикулярны. В отсутствие жидких кристаллов свет, пропускаемый первым фильтром, практически полностью блокируется вторым.

Поверхность электродов, контактирующая с жидкими кристаллами, специально обработана для изначальной ориентации молекул в одном направлении. В TN-матрице эти направления взаимно перпендикулярны, поэтому молекулы в отсутствие напряжения выстраиваются в винтовую структуру. Эта структура преломляет свет таким образом, что до второго фильтра плоскость его поляризации поворачивается, и через него свет проходит уже без потерь. Если не считать поглощения первым фильтром половины неполяризованного света — ячейку можно считать прозрачной.

Если же к электродам приложено напряжение — молекулы стремятся выстроиться в направлении [поля](#), что искажает винтовую структуру. При этом силы [упругости](#) противодействуют этому, и при отключении напряжения молекулы возвращаются в исходное положение. При достаточной величине поля практически все молекулы становятся параллельны, что приводит к непрозрачности структуры. Варьируя [напряжение](#), можно управлять степенью прозрачности.

Если постоянное напряжение приложено в течение долгого времени — жидкокристаллическая структура может деградировать из-за миграции ионов. Для решения этой проблемы применяется [переменный ток](#), или изменение полярности поля при каждой адресации ячейки (т.к. изменение прозрачности происходит при включении тока, вне зависимости от его полярности).

Во всей матрице можно управлять каждой из ячеек индивидуально, но при увеличении их количества это становится трудновыполнимо, так как растёт число требуемых электродов. Поэтому практически везде применяется адресация по строкам и столбцам.

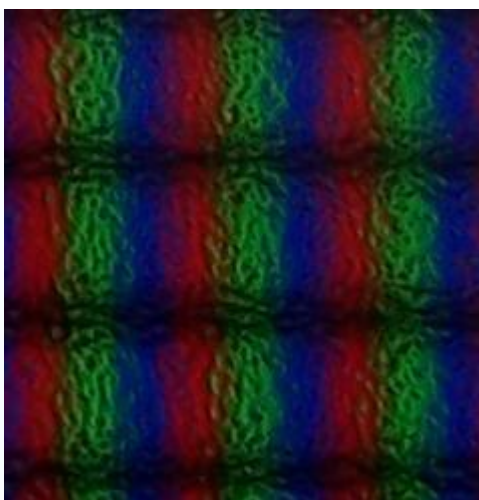
Проходящий через ячейки свет может быть естественным — отражённым от подложки (в ЖК-дисплеях без подсветки). Но чаще применяют [искусственный источник света](#), кроме независимости от внешнего освещения это также стабилизирует свойства полученного изображения.

Таким образом полноценный ЖК-монитор состоит из электроники, обрабатывающей входной видеосигнал, ЖК-матрицы, модуля подсветки, блока питания и корпуса. Именно совокупность этих составляющих определяет свойства монитора в целом, хотя некоторые характеристики важнее других.

## Технические характеристики ЖК-монитора

Важнейшие характеристики ЖК-мониторов:

- **Разрешение:** Горизонтальный и вертикальный размеры, выраженные в [пикселях](#). В отличие от ЭЛТ-мониторов, ЖК имеют одно фиксированное разрешение, остальные достигаются [интерполяцией](#).



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

- **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, приведённая 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 пикселю для изменения своей яркости. Методы измерения неоднозначны.
- **Угол обзора:** угол, при котором падение контраста достигает заданного, для разных типов матриц и разными производителями вычисляется по-разному, и часто не подлежит сравнению.
- Тип матрицы: технология, по которой изготовлен ЖК-дисплей.
- Входы: например, [DVI](#), [D-Sub](#), [HDMI](#) и т. п.

## Технологии



Часы с ЖКИ-дисплеем

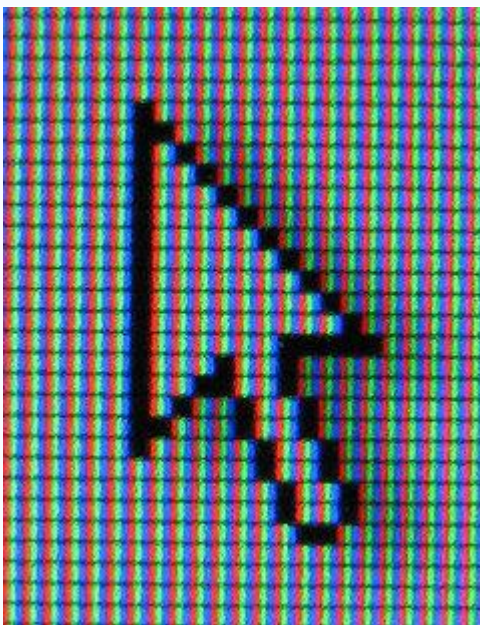
Жидкокристаллические мониторы были разработаны в [1963 году](#) в исследовательском центре Давида Сарнова (David Sarnoff) компании RCA, Принстон, штат Нью-Джерси.

Основные технологии при изготовлении ЖК дисплеев: TN+film, IPS и MVA. Различаются эти технологии геометрией поверхностей, полимера, управляющей пластины и фронтального [электрода](#). Большое значение имеют чистота и тип полимера со свойствами жидких кристаллов, применённый в конкретных разработках.

Время отклика ЖК мониторов, сконструированных по технологии SXRD ([англ. Silicon X-tal Reflective Display](#) — кремниевая отражающая жидкокристаллическая матрица), уменьшено до 5 мс.

Компании Sony, Sharp и Philips совместно разработали технологию PALC ([англ. Plasma Addressed Liquid Crystal](#) — плазменное управление жидкими кристаллами), которая соединила в себе преимущества ЖК- (яркость и сочность цветов, контрастность) и плазменных панелей (большие углы видимости по горизонту и вертикали, высокую скорость обновления). В качестве регулятора яркости в этих дисплеях используются газоразрядные плазменные ячейки, а для цветовой фильтрации применяется ЖК-матрица. Технология PALC позволяет адресовать каждый пиксель дисплея по отдельности, а это означает непревзойдённую управляемость и качество изображения.

### **TN+film (Twisted Nematic + film)**



Макрофотография TN+film матрицы монитора NEC LCD1770NX. На белом фоне — стандартный курсор Windows

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 настоящий момент одним 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, а также невысокую себестоимость.

Недостатки: худшая цветопередача, наименьшие углы обзора.

## 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 чёрного цвета близко к идеалу. При выходе из строя транзистора «битый» пиксель для панели IPS будет не белым, как для матрицы TN, а чёрным.

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 [ЭЛТ](#), контрастность все равно остаётся слабым местом. S-IPS активно используется в панелях размером от 20". [LG](#), [Philips](#), [Dell](#) и [NEC](#) остаются единственными производителями панелей по данной технологии.

**AS-IPS** (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) — разработана 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.

### **\*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°), 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 чёрный 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:

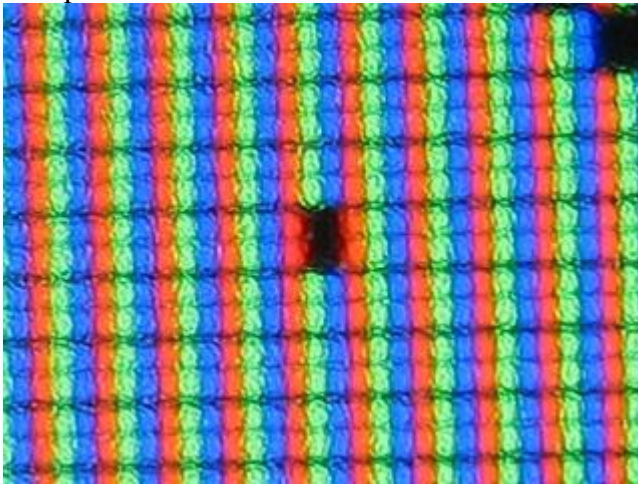
- **PVA (Patterned Vertical Alignment)** от Samsung.
- **Super PVA** от Samsung.
- **Super MVA** от CMO.

Матрицы MVA/PVA считаются компромиссом между TN и IPS, как по стоимости, так и по потребительским качествам.

## **Преимущества и недостатки**



Искажение цветности и контрастности изображения на ЖК-мониторе при большом угле обзора



Макрофотография типичной жк-матрицы. В центре можно увидеть два дефектных субпикселя (зелёный и синий).

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 мониторах 2007 года для настройки пользователем яркости свечения экрана используется [широтнo-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 320×200) 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 неустраняемая 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 плохо защищены от повреждений. Особенно чувствительна матрица, незащищённая стеклом. При сильном нажатии возможна необратимая деградация. Также существует проблема [дефектных пикселей](#).
  - Предельно допустимое количество дефектных [пикселей](#), в зависимости от размеров [экрана](#), определяется в международном стандарте ISO 13406-2. Стандарт определяет 4 [класса](#) качества LCD-мониторов. Самый высокий класс - 1, вообще не допускает наличия дефектных пикселей. Самый низкий класс - 4, допускает наличие до 262 дефектных пикселей на 1 миллион работающих.
- Вопреки расхожему мнению пиксели ЖК-мониторов деградируют, хотя скорость деградации наименьшая из всех технологий отображения.

Перспективной технологией, которая может заменить ЖК-мониторы, часто считают [OLED](#)-дисплеи. С другой стороны, эта технология встретила сложности в массовом производстве, особенно для матриц с большой диагональю.

## См. также

- [LED TV](#)
- [ISO 13406-2](#)
- [Электронная книга \(устройство\)](#)
- [en:Backlight](#)

## Ссылки

- [Сравнение технологий ЖК и плазмы](#)
- [Описание LCD-технологий TFT \(все типы TN, IPS, VA с подтипами\)](#)
- [Информация о флюоресцентных лампах, используемых для подсветки ЖК-матрицы](#)
- [Жидкокристаллические дисплеи \(технологии TN + film, IPS, MVA, PVA\)](#)

## Литература

- Артамонов О. [Параметры современных ЖК-мониторов](#)
- С. П. Мирошниченко, П. В. Серба. [Устройство ЖКИ. Лекция 1](#)
- Мухин И. А. [Как выбрать ЖК-монитор?](#). Компьютер-бизнес-маркет № 4(292), январь 2005. С. 284—291.
- Мухин И. А. [Развитие жидкокристаллических мониторов](#) BROADCASTING Телевидение и радиовещание: 1 часть — № 2(46) март 2005. С. 55-56; 2 часть — № 4(48) июнь-июль 2005. С. 71-73.
- Мухин И. А. [Современные плоскпанельные отображающие устройства](#). BROADCASTING Телевидение и радиовещание № 1(37), январь-февраль 2004. С. 43-47.
- Мухин И. А., Украинский О. В. [Способы улучшения качества телевизионного изображения, воспроизводимого жидкокристаллическими панелями](#) Материалы доклада на научно-технической конференции «Современное телевидение». Москва, март 2006.

Источник — [«http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%9A-%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%B9»](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%9A-%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%B9)

Категории: [Устройства отображения информации](#) | [Мониторы](#)