

# Органический светодиод

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

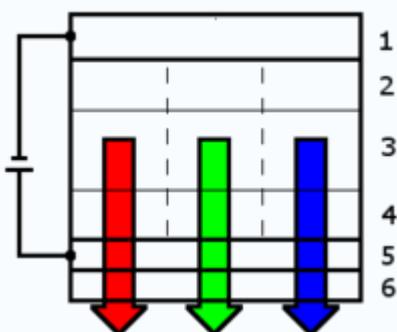


Схема OLED

**Органический светодиод** (англ. *Organic Light-Emitting Diode (OLED)*) — органический [светодиод](#) — прибор, изготовленный из органических соединений, которые эффективно излучают свет при пропускании через них электрического тока. Основное применение технология OLED находит при создании устройств отображения информации ([дисплеев](#)). Предполагается, что производство таких дисплеев будет гораздо дешевле, нежели производство [жидкокристаллических дисплеев](#).



1.5-дюймовый OLED-дисплей

## Содержание

- [1 Принцип действия](#)
- [2 Преимущества в сравнении с Плазменными дисплеями](#)
- [3 Преимущества в сравнении с LCD-дисплеями](#)
- [4 История](#)
- [5 Основные направления исследований разработчиков OLED-панелей](#)
  - [5.1 PHOLED](#)
  - [5.2 TOLED](#)
  - [5.3 FOLED](#)
  - [5.4 SOLED](#)
  - [5.5 Passive/Active Matrix](#)
  - [5.6 Трудности](#)
- [6 Применение](#)
- [7 Объём продаж](#)
- [8 Перспективы развития и области применения](#)

- [9 Последние достижения](#)
  - [9.1 Разработки Sony](#)
  - [9.2 Другие компании](#)
- [10 Ссылки](#)
- [11 Примечания](#)

## Принцип действия

Для создания органических светодиодов (OLED) используются тонкопленочные многослойные структуры, состоящие из слоев нескольких [полимеров](#). При подаче на [анод](#) положительного относительно [катода](#) напряжения, поток [электронов](#) протекает через прибор от катода к аноду. Таким образом катод отдает [электроны](#) в эмиссионный слой, а анод забирает электроны из проводящего слоя, или другими словами анод отдает [дырки](#) в проводящий слой. Эмиссионный слой получает отрицательный заряд, а проводящий слой положительный. Под действием электростатических сил электроны и дырки движутся навстречу друг к другу и при встрече рекомбинируют. Это происходит ближе к эмиссионному слою, потому что в органических полупроводниках дырки обладают большей подвижностью, чем электроны. При рекомбинации происходит понижение энергии электрона которое сопровождается выделением (эмиссией) электромагнитного излучения в области видимого света. Поэтому слой и называется эмиссионным.

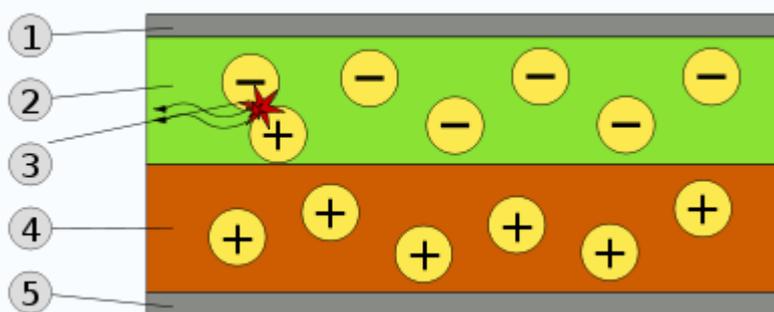


Схема 2х слойной OLED-панели: 1. Катод(-), 2. Эмиссионный слой, 3. Выделенное излучение, 4. Проводящий слой, 5. Анод (+)

Прибор не работает при подаче на [анод](#) отрицательного относительно [катода](#) напряжения. В этом случае дырки движутся к аноду, а электроны в противоположном направлении к катоду, и рекомбинации не происходит.

В качестве материала анода обычно используется оксид [индия](#), легированный [оловом](#). Он прозрачный для видимого света и имеет высокую [работу выхода](#), которая способствует инжекции дырок в полимерный слой. Для изготовления катода часто используют металлы, такие как [алюминий](#) и [кальций](#), так как они обладают низкой [работой выхода](#), способствующей инжекции электронов в полимерный слой.<sup>[1]</sup>

## Преимущества в сравнении с [Плазменными дисплеями](#)

- меньшие габариты и вес
- более низкое [энергопотребление](#) при той же яркости
- возможность создания [гибких экранов](#)

## Преимущества в сравнении с [LCD](#)-дисплеями

- меньшие габариты и вес
- отсутствие необходимости в [подсветке](#)
- отсутствие такого параметра как [угол обзора](#) — изображение видно без потери качества с любого угла
- мгновенный отклик (на порядок выше, чем у LCD) — по сути полное отсутствие инерционности
- более качественная [цветопередача](#) (высокий [контраст](#))
- более низкое [энергопотребление](#) при той же яркости
- возможность создания [гибких экранов](#)

**Яркость.** OLED дисплеи обеспечивают яркость излучения от нескольких кд/м<sup>2</sup> (для ночной работы) до очень высоких яркостей — свыше 100 000 кд/м<sup>2</sup>, причем их яркость может регулироваться в очень широком динамическом диапазоне. Так как срок службы дисплея обратно пропорционален его яркости, для приборов рекомендуется работа при более умеренных уровнях яркости до 1000 кд/м<sup>2</sup>. При освещении LCD-дисплея ярким лучом света появляются блики, а картинка на OLED-экране останется яркой и насыщенной при любом уровне освещенности (даже при прямом попадании солнечных лучей на дисплей).

**Контрастность.** Здесь OLED также лидер. OLED-дисплеи обладают контрастностью 1000000:1<sup>[2]</sup> (Контрастность LCD 1300:1<sup>[источник не указан 183 дня]</sup>, CRT 2000:1)

**Углы обзора.** Технология OLED позволяет смотреть на дисплей с любой стороны и под любым углом, причем без потери качества изображения.

**Энергопотребление.** Энергопотребление OLED дисплеев в полтора раза<sup>[источник не указан 183 дня]</sup> ниже, чем LCD. Энергопотребление [PHOLED](#)(англ.) ещё ниже.

Потребность в преимуществах, демонстрируемых органическими дисплеями с каждым годом растёт. Этот факт позволяет заключить, что в скором времени человечество увидит расцвет данной технологии.

## История

Андрэ Бернаноз (André Bernanose) и его сотрудники открыли электролюминесценцию в органических материалах в начале 1950-х, прикладывая переменный ток высокого напряжения к прозрачным тонким плёнкам красителя акридинового оранжевого и хинакрина. В 1960-м исследователи из компании [Dow Chemical](#) разрабатывали управляемые переменным током электролюминесцентные ячейки, используя допированный [антрацен](#).

Низкая электрическая проводимость таких материалов ограничивала развитие технологии до тех пор пока не стали доступными более современные органические материалы, такие как полиацетилен и полипиррол. В [1963 году](#) в ряде статей учёные сообщили о том, что они наблюдали высокую проводимость в допированном йодом полипирроле. Они достигли проводимости 1 [См/см](#). К сожалению, это открытие было «потеряно». И только в [1974 году](#) исследовали свойства бистабильного выключателя на основе меланина с высокой проводимостью во «включенном» состоянии. Этот материал испускал вспышку света во время включения.

В [1977 году](#) другая группа исследователей сообщила о высокой проводимости в подобно окисленном и легированном йодом полиацетилене. В [2000 году](#) Алан Хигер, Алан Мак-Диармид и Хидеки Сиракава получили [Нобелевскую премию по химии](#) за «открытие и развитие проводящих органических полимеров». Ссылок на более ранние открытия не было.

Первое диодное устройство было создано в 1980-х компанией [Eastman Kodak](#).

В [1990 году](#) в журнале [Nature](#) появляется статья учёных, в которой сообщается о полимере с зелёной светимостью и «очень высоким КПД».

Недавно был разработан гибридный светоиспускающий слой, в котором используются непроводящие полимеры с примесью светоиспускающих проводящих молекул. Использование полимера даёт преимущества в механических свойствах без ухудшения оптических свойств. Светоиспускающие молекулы имеют ту же долговечность, как и в первоначальном полимере.

## Основные направления исследований разработчиков OLED-панелей

Основные направления исследований разработчиков OLED-панелей, где на сегодняшний день есть реальные результаты:

### PHOLED

[PHOLED \(Phosphorescent OLED\)](#) — технология, являющаяся достижением Universal Display Corporation (UDC) совместно с [Принстонским университетом](#) и университетом Южной Калифорнии. Как и все OLED, PHOLED функционируют следующим образом: электрический ток подводится к органическим молекулам, которые испускают яркий свет. Однако, PHOLED используют принцип электрофосфоресценции, чтобы преобразовать до 100 % электрической энергии в свет. К примеру, традиционные флуоресцентные OLED преобразовывают в свет приблизительно 25-30 % электрической энергии. Из-за их чрезвычайно высокого уровня эффективности энергии, даже по сравнению с другим OLED, PHOLED изучаются для потенциального использования в больших дисплеях типа телевизионных мониторов или экранов для потребностей освещения. Потенциальное использование PHOLED для освещения: можно покрыть стены гигантскими PHOLED-дисплеями. Это позволило бы всем комнатам освещаться равномерно, вместо использования лампочек, которые распределяют свет неравномерно по комнате. Или мониторы-стены или окна — удобно для организаций или любителей поэкспериментировать с интерьером. Также к преимуществам PHOLED-дисплеев можно отнести яркие, насыщенные цвета, а также достаточно долгий срок службы.

### TOLED

TOLED — прозрачные светоизлучающие устройства TOLED (Transparent and Top-emitting OLED) — технология, позволяющая создавать прозрачные (Transparent) дисплеи, а также достигнуть более высокого уровня контрастности.

Прозрачные TOLED-дисплеи: направление излучения света может быть только вверх, только вниз или в оба направления (прозрачный). TOLED может существенно улучшить контраст, что улучшает читабельность дисплея при ярком солнечном свете.

Так как TOLED на 70 % прозрачны при выключении, то их можно крепить прямо на лобовое стекло автомобиля, на витрины магазинов или для установки в шлеме виртуальной реальности. Также прозрачность TOLED позволяет использовать их с металлом, фольгой, кремниевым кристаллом и другими непрозрачными подложками для дисплеев с отображением вперед (могут использоваться в будущих динамических кредитных картах). Прозрачность экрана достигается при использовании прозрачных органических элементов и материалов для изготовления электродов.

За счёт использования поглотителя с низким коэффициентом отражения для подложки TOLED-дисплея контрастное отношение может на порядок превзойти ЖКИ (мобильные телефоны и кабины военных самолетов-истребителей). По технологии TOLED также можно изготавливать многослойные устройства (например SOLED) и гибридные матрицы (Двунаправленные TOLED TOLED делает возможным удвоить отображаемую область при том же размере экрана — для устройств, у которых желаемый объём выводимой информации шире, чем существующий).

## **FOLED**

[FOLED \(Flexible OLED\)](#) — главная особенность — гибкость OLED-дисплея ([Демонстрация гибкого OLED-дисплея от SONY](#)). Используется пластик или гибкая металлическая пластина в качестве подложки с одной стороны, и OLED-ячеек и герметичной тонкой защитной пленки — с другой. Преимущества FOLED: ультратонкость дисплея, сверхнизкий вес, прочность, долговечность и гибкость, которая позволяет применять OLED-панели в самых неожиданных местах. (Раздолье для фантазии — область возможного применения OLED весьма велика).

## **SOLED**

Stacked OLED — технология экрана от UDC (сложенные OLED). SOLED используют следующую архитектуру: изображение подпикселей складывается (красные, синие и зеленые элементы в каждом пикселе) вертикально вместо того, чтобы располагаться рядом, как это происходит в ЖК-дисплее или электронно-лучевой трубке. В SOLED каждым элементом подпикселя можно управлять независимо. Цвет пикселя может быть отрегулирован при изменении тока, проходящего через три цветных элемента (в нецветных дисплеях используется модуляция ширины импульса). Яркостью управляют, меняя силу тока. Преимущества SOLED: высокая плотность заполнения дисплея органическими ячейками, посредством чего достигается хорошее разрешение, а значит, высококачественная картинка. (В SOLED-дисплеях в 3 раза улучшено качество изображения в сравнении с ЖК и ЭЛТ).

## **Passive/Active Matrix**

Каждый пиксель цветного OLED-дисплея формируется из трех составляющих — органических ячеек, отвечающих за синий, зелёный и красный цвета. В основе OLED — пассивные и активные матрицы управления ячейками.

Пассивная матрица представляет собой массив анодов, расположенных строками, и катодов, расположенных столбцами. Чтобы подать заряд на определённый органический диод, необходимо выбрать нужный номер катода и анода, на пересечении которых находится целевой пиксель, и пустить ток. Используется в монохромных экранах с диагональю 2-3 дюйма (дисплеи сотовых телефонов, электронных часов, различные информационные экраны техники). Активная матрица: как и в случае LCD-мониторов,

для управления каждой ячейкой OLED используются транзисторы, запоминаящие необходимую для поддержания светимости пикселя информацию. Управляющий сигнал подается на конкретный транзистор, благодаря чему ячейки обновляются достаточно быстро. Используется технология TFT (Thin Film Transistor) — тонкопленочного транзистора. Создается массив транзисторов в виде матрицы, который накладывается на подложку прямо под органический слой дисплея. Слой TFT формируется из поликристалльного или аморфного кремния. Также идут разработки O-TFT (Organic TFT) — технологии органических транзисторов.

## Трудности

- маленький срок службы люминофоров некоторых цветов(порядка 2-3 лет)
- как следствие первого, невозможность создания долговечных полноценных [TrueColor](#) дисплеев
- дороговизна и неотработанность технологии по созданию больших матриц

Главная проблема для OLED — время непрерывной работы должно быть не меньше 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому распространению этой технологии, состоит в том, что «красный» OLED и «зелёный» OLED могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий» OLED. Это визуально искажает изображение, причем время качественного показа неприемлемо для коммерчески жизнеспособного устройства, хотя сегодня «синий» OLED всё-таки добрался до отметки в 17,5 тыс. часов непрерывной работы.

При этом для дисплеев телефонов, фотокамер и иных малых устройств достаточно 5 тысяч часов непрерывной работы <sup>[источник не указан 183 дня]</sup>. Поэтому OLED уже сегодня успешно используется для них.

Можно считать это временными трудностями становления новой технологии, поскольку разрабатываются новые долговечные [люминофоры](#). Также растут мощности по производству матриц.

## Применение

Такие дисплеи широко применяются в [мобильных телефонах](#), GPS-навигаторах, для создания приборов ночного видения. Органические дисплеи встраиваются в телефоны, цифровые фотоаппараты, автомобильные бортовые компьютеры, коммерческие OLED-телевизоры, выпускаются небольшие OLED-дисплеи для цифровых индикаторов, лицевых панелей [автомагнитол](#), [MP3-плееров](#) и т. д.

## Объём продаж

Рынок OLED-дисплеев медленно, но уверенно растёт. Так, с апреля по июнь 2007 года рост продаж составил + 4 %, за год прибавив 24 %, и достиг \$123,4 млн (Объём продаж в [2002](#) г. был ~\$85 млн).

По расчётам некоторых аналитиков, объём рынка органических дисплеев вырастет до 3,7 миллиардов долларов до 2010 года. В 2008 году объёмы производства OLED по прогнозам будут увеличены до 18 тыс. шт ежемесячно. В 2009 году объёмы выпуска увеличатся до 50 тыс., а к 2010 году — до 120 тыс. в месяц.

Основные производители: [Samsung](#) (27 %), [Pioneer](#) (20 %), [RiTdisplay](#) (18 %), [LGE](#) (18 %). В данный момент ведётся разработка телевизионных OLED-систем. На сегодня единственные коммерческие OLED-телевизоры на мировом рынке пока выпускаются компанией [Sony](#) (~2 000 изделий в месяц.) К коммерческому производству готовятся [Samsung](#), [Toshiba](#), а также альянс компаний [Matsushita Electric Industrial](#), [Canon](#) и [Hitachi](#).

## Перспективы развития и области применения

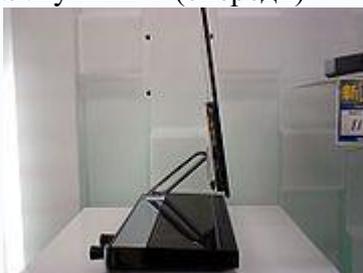
На сегодняшний день OLED-технология применяется многими разработчиками узкой направленности, например, для создания приборов ночного видения. Дисплеи OLED встраиваются в телефоны, цифровые камеры и другую технику, где не требуется большого полноцветного экрана. Также есть и мониторы на основе органики, например Samsung активно ведет разработки в данной области (предел в 40 дюймов достигнут). А [Epson](#) ещё в 2004 году выпустила 40-дюймовый дисплей. Успех можно объяснить тем, что технология производства таких дисплеев похожа на технологию печати в струйном принтере <sup>[источник не указан 144 дня]</sup>, а в этом деле компания имеет большой опыт.

## Последние достижения

### Разработки Sony



Sony XEL-1 (спереди)



Sony XEL-1 (сбоку)

- Sony 11-дюймовый OLED, выпущенный в Японии в конце 2007
- В Лас Вегасе CES 2007, Sony представила 11-дюймовую (28 см, разрешение 1024 × 600) и 27-дюймовую (68.5 см, разрешение HD в 1920 × 1080) модели, с контрастностью «миллион к одной» и полной толщиной 5 мм Sony выпустила коммерческую версию этих мониторов в Японии в декабре 2007.
- Sony планирует начать изготавливать 1000 11-дюймовых телевизоров OLED в месяц.
- Sony начала продавать 11-дюймовые OLED-телевизоры «[Sony XEL-1](#)» по цене 2499.99 \$

- 25 мая 2007 Sony публично обнародовала 2.5-дюймовый гибкий экран FOLED, толщиной 0.3 миллиметра. Было продемонстрировано видео движения велосипеда и живописного озера на согнутом экране.
- 1 октября 2007 Sony представила 11-дюймовые телевизоры OLED за 200 000 иен (1 962.51 USD на 4/1/08) только в Японии и с начальным производством 2000 единиц в месяц.
- 16 апреля 2008 Sony представила дисплей OLED, толщиной 0.0079 дюймов (0.2 миллиметра) и шириной 3.5-дюймов с решением 320x200 пикселей и 11-дюймовый экран толщиной 0,3 мм с разрешением 960x540 пикселей. Это — одна десятая толщины XEL-1
- Компания [Sony](#) на выставке электроники [CES](#) 2009 представила прототип OLED-телевизора с 21-дюймовым экраном. <sup>[3]</sup>
- Сентябрь 2009 Компания LG, как и обещала, представила на выставке IFA2009 свой первый серийный OLED-телевизор. Правда, его технические характеристики пока остаются тайной, зато стала известна цена этого устройства. LG попросит за свой 15-дюймовый OLED-телевизор 2,5 тысячи долларов. В Южной Корее его можно будет купить ближе к Новому году. До США он доберется к февралю-марту 2010 года. Когда его ждать в России — неизвестно.
- 2009, октябрь — компания Sony продемонстрировала прототипы устройств с гибкими OLED-дисплеями на выставке Ceatec Japan 2009. <sup>[4]</sup>

## Другие компании

Смартфон Nokia N85, анонсированный в августе 2008 года и поступивший в продажу в октябре 2008 года — первый смартфон от финской компании с AM-OLED дисплеем.

Клавиатура [Оптимус Максимус](#) (Студия Лебедева), выпущенная в начале 2008 с использованием 48×48-пиксельных OLED-дисплеев (10.1×10.1 мм) для клавиш.

OLED может использоваться в голографии с высокой разрешающей способностью (volumetric display). 12 мая 2007 года на ЭКСПО Лиссабон было представлено трёхмерное видео (потенциальное применение этих материалов).

Органические светодиоды могут также использоваться как источники света. Эффективность OLED и продолжительность работы уже превышают таковые у ламп. OLED находят применение как источники общего освещения (ЕС — проект OLLA).

11 марта 2008 года GE Global Research продемонстрировала первый OLED, изготовленный в виде рулона, как главный успех на пути к эффективному по затратам производству коммерческой технологии OLED. Четырёхлетняя научно-исследовательская работа обошлась GE Global Research и партнёрам в \$13 миллионов <sup>[5]</sup>.

Chi Mei EL Corp of Tainan (Корпорация Тайнаня) продемонстрировала на конференции в Лос-Анджелесе (20-22 мая 2008 года) 25-дюймовые низкотемпературные прозрачные кремниевые ~~Active Matrix~~ OLED.

Сейчас компания Samsung SDI, входящая в группу Samsung, способна выпускать 2 миллиона OLED-панелей ежегодно. Предполагается, что до конца года эта цифра увеличится вдвое, а в 2010 году компания сможет выпускать 8 миллионов таких панелей. В результате до конца 2009 года компания может приступить не только к выпуску светодиодных телевизоров, но и ноутбуков и мониторов с такими панелями. А в 2010 году, вероятно, сможет приступить к коммерческому выпуску гибких дисплеев.

Южнокорейский производитель электроники LG Electronics сообщил о планах компании по началу коммерческого производства и продаж первого массового 15-дюймового телевизора, созданного по технологии органических светоизлучающих диодов. LG стала первым в мире производителем, освоившим технологию OLED для массового производства<sup>[6]</sup> <sup>[7]</sup>.

## Ссылки

- [Интерферометрический модулятор \(IMOD\)](#)
- [Светлое будущее](#) — видео на сайте [Euronews](#)
- [Демонстрация гибкого OLED-дисплея от SONY](#)
- [OLED community with information and news](#)
- [OLED-technology news and infos](#)
- [Sony выпустила телевизор толщиной с монету](#)
- [News and technical data from the developers of PHOLED technology](#)
- [Клавиатура «Оптимус Максимус» с OLED дисплеями в каждой кнопке](#)
- [Structure and working principle of OLEDs and electroluminescent displays](#)
- [Information for the public about the Nobel Prize in Chemistry 2000](#)
- [Технология OLED](#)

## Примечания

1. [↑](#) R. H. Friend, R. W. Gymer, A. B. Holmes, J. H. Burroughes, R. N. Marks, C. Taliani, D. D. C. Bradley, D. A. Dos Santos, J. L. Brédas, M. Lögdlund, W. R. Salaneck, [Electroluminescence in conjugated polymers](#), *Nature* 1999, **397**, 121.
2. [↑](#) [Membrana: Созданы дисплеи для домашнего кинотеатра с контрастом миллион к одному](#) (16 января 2006 г.)
3. [↑](#) [08.01.2009 : Sony разработала 21-дюймовый OLED-телевизор](#)
4. [↑](#) [Sony показала прототип ноутбука с гибким OLED-дисплеем](#)
5. [↑](#) [Membrana: Органические световые панели теперь печатают как газеты](#) (13 марта 2008 г.)
6. [↑](#) [CyberSecurity.ru: В ноябре LG Electronics начнет продажи AMOLED-телевизоров](#) (31.08.2009)
7. [↑](#) [CNEWS о планах LG](#)

Источник

«[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4)»

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