

Технологии приема ТВ сигнала

- Телевизор (телевизионный приёмник) (*televisorium* — *дальноvideц*

- **Классификация**

- По типу экрана

- Механический

- Кинескопный (ЭЛТ)

- Жидкокристаллический (ЖКИ), Жидкокристаллический телевизор

- Плазменный

- Лазерный

- Проекционный

- Светодиодный

- По размещению

- Стационарный

- Переносной

- **По виду звукового сопровождения**
- [Монофонический](#)
- [Стереофонический](#)
- [Псевдостереофонический](#)

- По количеству звуковых каналов ([моно](#), [стерео](#) [NICAM](#));
- По количеству запоминаемых программ (каналов) в памяти;
- По наличию [дистанционного управления](#);
- По возможности работы в качестве [монитора](#);
- По наличию доп. цифровых функций: [PIP](#), [телетекст](#), "ERG";
- По наличию встроенного тюнера ([декодера](#)) [цифрового телевидения](#) [DVB](#)-(T/C/S), в большинстве случаев [DVB](#)-([T](#)/[T2](#)/C/C2);
- По возможности приема сигнала [HDTV](#);
- По использовании технологии [Smart TV](#);
- По долговечности и надёжности.

Smart TV

- Технология интеграции интернета и цифровых интерактивных сервисов в современные телевизоры и ресиверы ЦТ, а также в техническом симбиозе между компьютерами и телевизорами / ресиверами цифрового телевидения,
- Новые устройства, поддерживающие Smart TV (фактически являющиеся компьютерами в форм-факторе телевизора и с поддержкой его возможностей), преимущественно нацелены на поддержку развлекательных медиа в Интернете:
- дают возможность просматривать фильмы, мультфильмы и сериалы, исключая, наконец, потребность в обычном телевидении. Появление этой технологии спровоцировало всплеск в среде разработчиков интерактивных приложений.
- Smart TV — телевизор со встроенным доступом в Интернет или телевизионный ресивер, который приумножает возможности современного телевизора.
- Smart TV представляет собой компьютерную систему, интегрируемую в телевизор и, зачастую, допускает установку дополнительных приложений и услуг. Устройство работает на операционной системе, открывая большие возможности для разработчиков приложений

История ТВ



Телевизор «17ТН-1/3», СССР, 1939 год



Телевизор «Т1-Ленинград» с линзой для увеличения изображения, СССР, 1



Телевизор на основе электронно-лучевой трубки.



LCD - телевизор

Жидкокристаллический дисплей



Часы с ЖК-
дисплеем



Цветной ЖК-дисплей мобильного
телефона

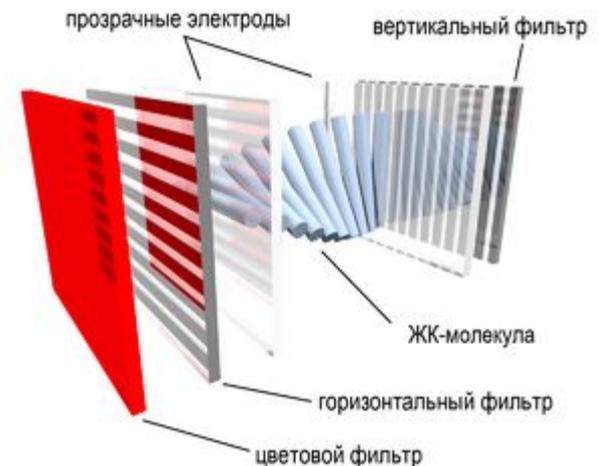


LCD телевизоры

- Многоцветное изображение формируется с помощью RGB -триад.
- Дисплей на жидких кристаллах используется для отображения графической или текстовой информации в ПК, в ТВ –мониторах и т. п., а также во многих других электронных устройствах. В отличие от ЭЛТ-мониторов, ЖК имеют одно фиксированное разрешение, остальные достигаются интерполяцией
- Соотношение сторон экрана_(пропорциональный формат) — отношение ширины к высоте (5:4, 4:3, 3:2 (15÷10), 8:5 (16÷10), 5:3 (15÷9), 16:9 и др.)

Устройство

Субпиксел цветного ЖК-дисплея



- С 2008 года 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 .
- Жидкокристаллические дисплеи были разработаны в 1963 году в исследовательском центре Д. Сарнова компании RCA .

Устройство

- Конструктивно дисплей состоит из ЖК-матрицы (стеклянной пластины, между слоями которой и располагаются жидкие кристаллы), источники света для подсветки, контактного жгута и обрамления (корпуса), чаще пластикового. Имеется металлическая рамка жёсткости.
- Каждый пиксель ЖК-матрицы состоит из слоя молекул между двумя прозрачными электродами, и двух поляризационных фильтров, плоскости поляризации которых (как правило) перпендикулярны.
- Если бы жидких кристаллов не было, то свет, пропускаемый первым фильтром, практически полностью блокировался бы вторым фильтром. 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.
- Для сокращения кол-ва подводящих проводов, практически везде, применяется адресация по строкам и столбцам.

Технологии LCD

TN + film, IPS и MVA - 3 основные технологии, используемые при создании ЖК –дисплеев

Различаются эти технологии геометрией поверхностей, полимера, управляющей пластины и фронтального электрода.

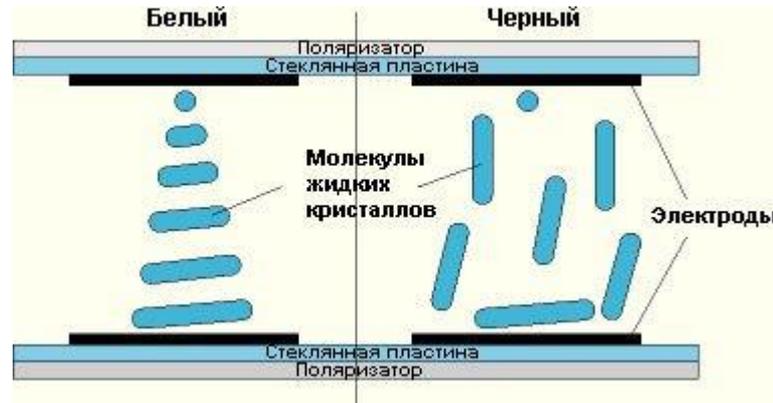
Часть "film" в названии технологии означает дополнительный слой, применяемый для увеличения угла обзора (ориентировочно - от 90° до 150°).

TN + film (Twisted Nematic + film)

TN + film, по крайней мере в теории, предназначена для создания панелей начального уровня. На сегодняшний день панели TN + film - самые дешевые.

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 т.к. направление поляризации фильтра на второй пластине составляет угол в 90° с направлением поляризации фильтра на первой пластине, свет проходит через него. Если желтые, зеленые и голубые субпиксели полностью освещены, на экране образуется белая точка.

- При приложении напряжения, в нашем случае направленного вертикально, оно разрушает винтовую структуру кристаллов. Молекулы постараются выровняться в направлении электрического поля. Они выстроятся перпендикулярно направлению поляризации второго фильтра, и поляризованный падающий свет не достигнет субпикселей. В результате на экране образуется черная точка.



IPS (In-Plane Switching)

При приложении напряжения молекулы выстраиваются вдоль поля.

IPS (In-Plane Switching)



Предназначалась для избавления от недостатков TN + film. С помощью IPS удалось добиться увеличения угла обзора до 178° при наилучшей из всех типов матриц цветопередаче и приемлемом времени отклика. Если к матрице IPS не приложено напряжение, молекулы жидких кристаллов не поворачиваются. Второй фильтр всегда повернут перпендикулярно первому, и свет через него не проходит. Отображение черного цвета является идеальным. 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.

- Недостатками IPS является, во-первых, тот факт, что приложение напряжения с помощью 2 электродов ведет к высокому потреблению энергии и, что еще хуже, требует значительного времени. Поэтому время отклика матриц IPS, как правило, больше, чем у матриц TN.

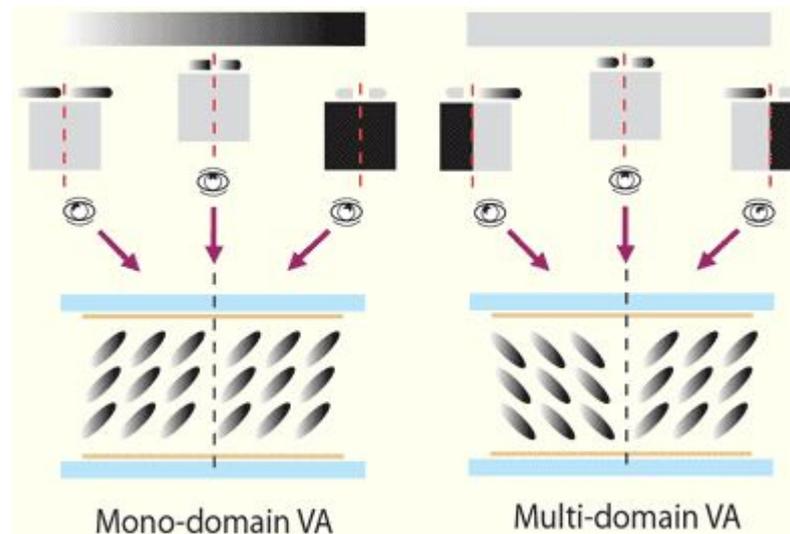
MVA (Multi-Domain Vertical Alignment)

Горизонтальные и вертикальные углы обзора для матриц MVA составляют 170° , а цвета отображаются гораздо более точно, нежели чем у TN-матриц.

Жидкие кристаллы матрицы VA при выключенном напряжении выровнены перпендикулярно по отношению ко второму фильтру, т.е. не пропускают свет. При приложении напряжения кристаллы поворачиваются на 90° , и на экране появляется светлая точка.

Достоинствами технологии MVA являются небольшое время реакции, глубокий черный цвет и отсутствие как винтовой структуры кристаллов, так и двойного магнитного поля.

- Проблемы возникают при попытке посмотреть на монитор сбоку. При отображении, скажем, светло-красного цвета, на выход транзистора подается только часть от максимального напряжения, и кристаллы повернутся лишь частично. Пользователь, смотрящий на монитор прямо, увидит светло-красный цвет. Пользователь, смотрящий на монитор сбоку, увидит либо красный цвет, либо белый (в зависимости от того, с какой стороны он смотрит).



Недостатки

- Во-первых, выровнять жидкие кристаллы строго перпендикулярно поляризационному фильтру довольно сложно. В результате практически невозможно добиться идеального отображения черного цвета.

Во-вторых, при неисправности транзистора, он уже не может подать напряжение на соответствующие 3 субпикселя. В результате на экране появляется белая точка

- В отличие от ЭЛТ, могут отображать чёткое изображение лишь в одном («штатном») разрешении. Остальные достигаются **интерполяцией** с потерей чёткости.
- Многие из ЖК-мониторов имеют сравнительно малый **контраст** и глубину **черного цвета**. Фактическая скорость смены изображения также остаётся ниже, чем у ЭЛТ и **плазменных дисплеев**.
- Технология **overdrive** решает проблему скорости лишь частично

ВРЕМЯ ОТКЛИКА— минимальное время, необходимое пикселю для изменения своей яркости. Составляется из двух величин:

- Время буферизации (*input lag*). Высокое значение мешает в динамичных играх; обычно умалчивается; измеряется сравнением с кинескопом в скоростной съёмке. (2016) в пределах 20—50 мс; в отдельных ранних моделях достигало 200 мс.
- Время переключения — именно оно указывается в характеристиках монитора. Высокое значение ухудшает качество видео; методы измерения неоднозначны. Сейчас практически во всех мониторах заявленное время переключения составляет 2—6 мс.

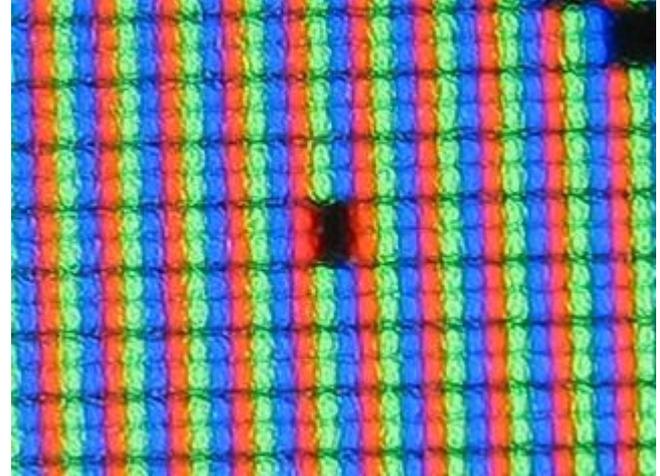
Устройство

Полноценный монитор с ЖК-дисплеем состоит из высокоточной электроники, обрабатывающей входной видеосигнал, ЖК - матрицы, модуля подсветки, блока питания и корпуса с элементами управления.



Искажение цветности и контрастности изображения на ЖК-мониторе с малым углом обзора матрицы, при взгляде под малым углом к его плоскости

Энергопотребление ЖК-мониторов в зависимости от модели, настроек и выводимого изображения может как совпадать с потреблением ЭЛТ и плазменных экранов сравнимых размеров, так и быть существенно — до пяти раз — ниже. Энергопотребление ЖК-мониторов на 95 % определяется мощностью ламп подсветки или светодиодной матрицы подсветки (*backlight* — задний свет) ЖК-



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

- Существует проблема дефектных пикселей . Предельно допустимое количество дефектных пикселей, в зависимости от размеров экрана, определяется в международном стандарте ISO 13406-2 (в России — ГОСТ Р 52324-2005). Стандарт определяет 4 класса качества ЖК-мониторов. Самый высокий класс — 1, вообще не допускает наличия дефектных пикселей. Самый низкий — 4, допускает наличие до 262 дефектных пикселей на 1 миллион работающих

Плазменный телевизор

- *PDP (Plasma Display Panel)*



Устройство плазменной панели

Работа газоразрядного

экрана (панели) основана

на явлении свечения **люминофора** под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при **электрическом разряде** в ионизированном газе, (в плазме)

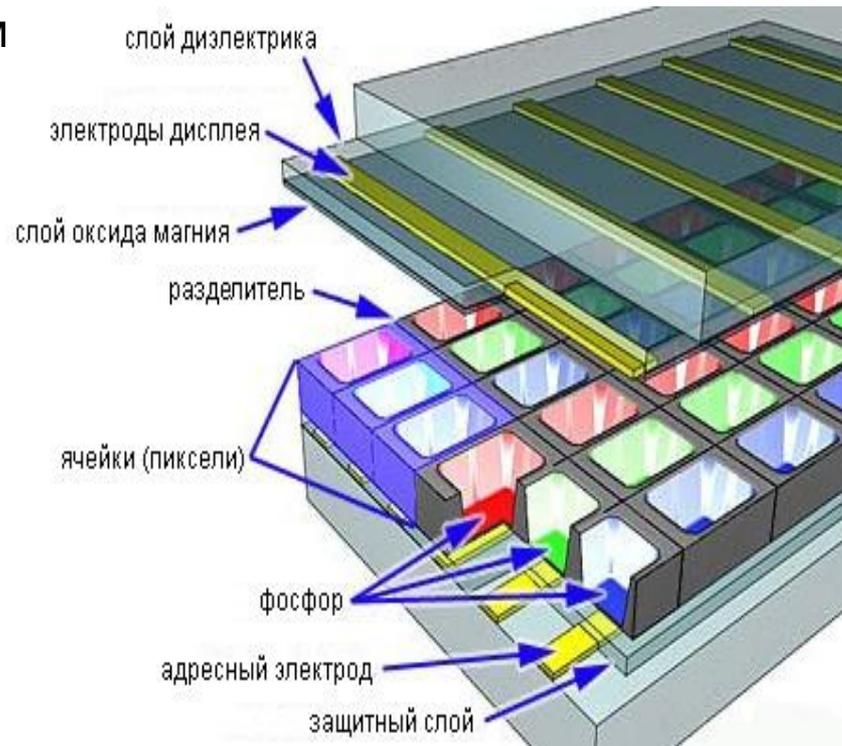
Плазменная панель представляет собой **матрицу газонаполненных ячеек** ячеек, заключенных между двумя параллельными **стеклянными пластинами**, внутри которых расположены прозрачные **электроды**, образующие шины сканирования, подсветки и адресации. Разряд в газе протекает между разрядными **электродами** (сканирования и подсветки) на лицевой стороне экрана и электродом адресации на задней стороне.

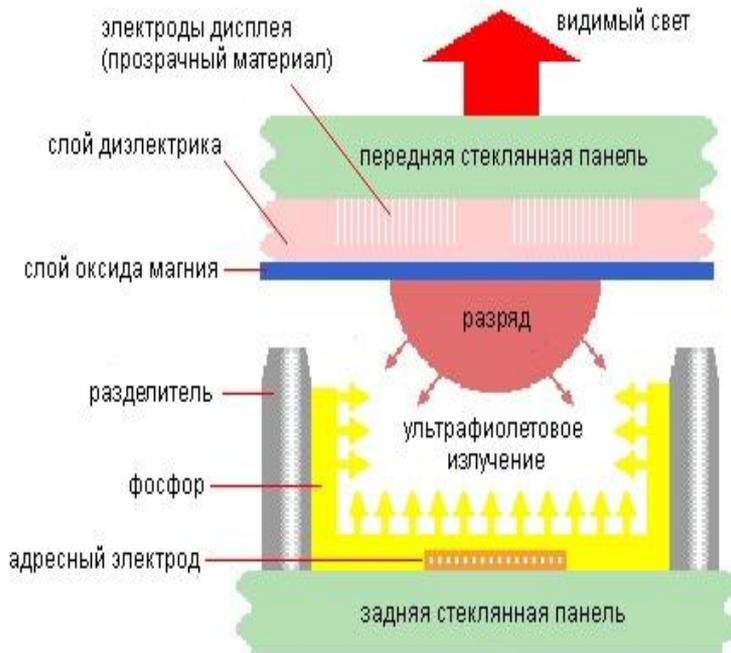
Суб-пиксель плазменной панели обладает следующими размерами 200 мкм x 200 мкм x 100 мкм;

Передний электрод изготавливается из оксида **индия и олова**, поскольку он проводит **ток** и максимально прозрачен.

Устройство и принцип действия

Плазменный дисплей представляет собой матрицу газонаполненных ячеек, заключённых между двумя параллельными стеклянными пластинами, внутри которых расположены прозрачные электроды, образующие шины сканирования, подсветки и адресации. Разряд в газе протекает между разрядными электродами (сканирования и подсветки) на лицевой стороне экрана и электродом





1. Инициализация, в ходе которой происходит упорядочение положения зарядов среды и её подготовка к адресации. При этом на электроде адресации напряжение отсутствует, а на электрод сканирования относительно электрода подсветки подаётся импульс инициализации, имеющий ступенчатый вид. На первой ступени этого импульса происходит упорядочение расположения ионной газовой среды, на второй ступени - разряд в газе, а на третьей — завершение упорядочения.

1. Адресация, в ходе которой происходит подготовка пикселя к подсвечиванию. На шину адресации подаётся положительный импульс (+75 В), а на шину сканирования отрицательный (-75 В). На шине подсветки напряжение устанавливается равным +150 В.

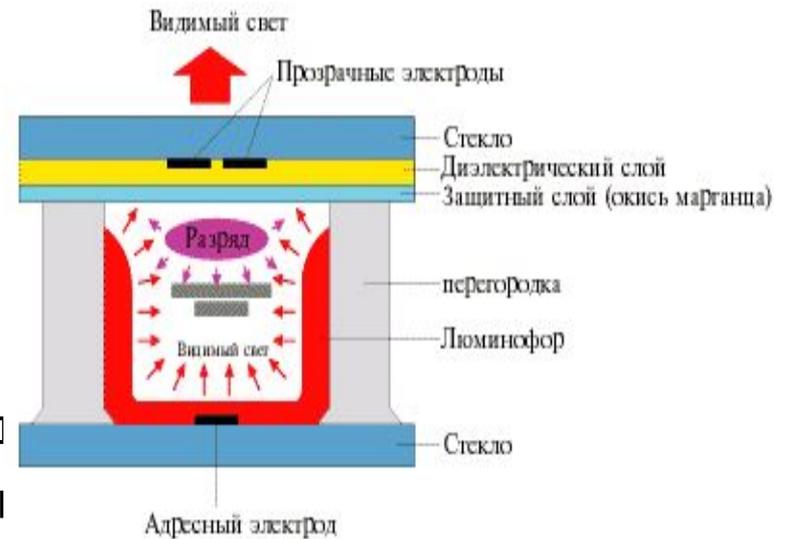
2. Подсветка, в ходе которой на шину сканирования подаётся положительный, а на шину подсветки - отрицательный импульс, равный 190 В. Сумма потенциалов ионов на каждой шине и дополнительных импульсов приводит к превышению порогового потенциала и разряду в газовой среде. После разряда происходит повторное распределение ионов у шин сканирования и подсветки. Смена полярности импульсов приводит к повторному разряду в плазме. Таким образом, сменой полярности импульсов обеспечивается многократный разряд ячейки.

Процесс генерации ячейкой видимого света

На два ортогональных друг другу питающий и управляющий электрод в точке пересечения которых находится нужный пиксель, подается высокое управляющее переменное напряжение прямоугольной формы.

Газ в ячейке отдает большую часть своих валентных электронов, и переходит в состояние плазмы.

Ионы и электроны попеременно собираются у электродов по разные стороны камеры, в зависимости от фазы управляющего напряжения. Для "поджига" на сканирующий электрод, подается импульс, одноименные потенциалы складываются, вектор электростатического поля удваивает свою величину. Происходит разряд - часть заряженных ионов отдает энергию в виде излучения квантов света в ультрафиолетовом диапазоне (в зависимости от газа).



Флюоресцирующее покрытие, находясь в зоне разряда, начинает излучать свет в видимом диапазоне, который и воспринимает наблюдатель. 97% ультрафиолетовой составляющей излучения, вредного для глаз, поглощается наружным стеклом. Яркость свечения люминофора определяется величиной управляющего напряжения.

- При протекании больших токов по довольно большому плазменному экрану из-за сопротивления проводников возникает существенное падение напряжения, приводящее к искажениям сигнала, в связи с чем добавляют промежуточные проводники из хрома, несмотря на его непрозрачность;
- Для создания плазмы ячейки обычно заполняются газом -неоном или ксеноном (реже используется гелий и/или аргон, или, чаще, их смеси).

Химический состав люминофора:

- Зелёный: $Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$ / $BaAl_{12}O_{19}:Mn^{2+};+$ / $VO_3:Tb$ / $(Y, Gd) VO_3:Eu$
- Красный: $Y_2O_3:Eu^{3+}$ / $Y_{0,65}Gd_{0,35}VO_3:Eu^{3+}$
- Синий: $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$

Проблема в адресации миллионов пикселей решается расположением пары передних дорожек в виде строк (шины сканирования и подсветки), а каждой задней дорожки в виде столбцов (шина адресации). Внутренняя электроника плазменных экранов автоматически выбирает нужные пиксели. Эта операция проходит быстрее, чем сканирование лучом на ЭЛТ-мониторах. В последних моделях PDP обновление экрана происходит на частотах 400—600 Гц, Такие мерцания экрана не заметны человеческому глазу

периоды	группы элементов																
	а I б	а II б		а III б		а IV б		а V б		а VI б		а VII б		а VIII б			
1	H															H водород	He гелий
2	Li литий	Be бериллий	B бор	C углерод	N азот	O кислород	F фтор	Ne неон									
3	Na натрий	Mg магний	Al алюминий	Si кремний	P фосфор	S сера	Cl хлор	Ar аргон									
4	K калий	Ca кальций	Sc скандий	Ti титан	V ванадий	Cr хром	Mn марганец	Fe железо	Co кобальт	Ni никель							
	Cu медь	Zn цинк	Ga галлий	Ge германий	As мышьяк	Se селен	Br бром	Kr криптон									
5	Rb рубидий	Sr стронций	Y иттрий	Zr цирконий	Nb ниобий	Mo молибден	Tc технеций	Ru рутения	Rh родий	Pd паладий							
	Ag серебро	Cd кадмий	In индий	Sn олово	Sb сурьма	Te теллур	I йод	Xe ксенон									
6	Cs цезий	Ba барий	La* лантан	Hf гафний	Ta тантал	W вольфрам	Re рений	Os осмий	Ir иридий	Pt платина							
	Au золото	Hg ртуть	Tl таллий	Pb свинец	Bi висмут	Po полоний	At астат	Rn радон									
7	Fr франций	Ra радий	Ac* актиний	Ku куриатовий	Ns нильборий												
* ЛАНТАНОИДЫ																	
Ce церий	Pr празеодим	Nd неодим	Pm прометий	Sm самарий	Eu европий	Gd гадoliniй	Tb тербий	Dy диспрозий	Ho гольмий	Er эрбий	Tm тулий	Yb иттербий	Lu лютеций				
* АКТИНОИДЫ																	
Th торий	Pa протактиний	U уран	Np нептуний	Pu плутоний	Am америсий	Cm курий	Bk берклий	Cf калifornий	Es эйзенштейний	Fm фермий	Md менделевий	No нобелий	Lr лауренсий				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> -s- элементы <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: orange; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></div> -p- элементы <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: blue; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></div> -d- элементы <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: black; margin-left: 20px;"></div> -f- элементы </div>																	



Принцип действия

- **Работа плазменной панели состоит из трех этапов:**
- **1. инициализация**, в ходе которой происходит упорядочивание положения зарядов среды и её подготовка к следующему этапу (адресации). При этом на электроде адресации напряжение отсутствует, а на электрод сканирования относительно электрода подсветки подается импульс инициализации, имеющий ступенчатый вид. На первой ступени этого импульса происходит упорядочивание расположения ионов газовой среды, на второй ступени разряд в газе, а на третьей — завершение упорядочивания.
- **2. адресация**, в ходе которой происходит подготовка пикселя к подсвечиванию. На шину адресации подается положительный импульс (+75 В), а на шину сканирования отрицательный (-75 В). На шине подсветки напряжение устанавливается равным +150 В.
- **3. подсветка**, в ходе которой на шину сканирования подается положительный, а на шину подсветки отрицательный импульс, равный 190 В. Сумма потенциалов ионов на каждой шине и дополнительных импульсов приводит к превышению порогового потенциала и разряду в газовой среде. После разряда происходит повторное распределение ионов у шин сканирования и подсветки. Смена полярности импульсов приводит к повторному разряду в плазме. Таким образом, меняя полярность импульсов обеспечивается многократный разряд ячейки.

- Один цикл «инициализация — адресация — подсветка» образует формирование одного подполя изображения. Складывая несколько подполей можно обеспечивать изображение заданной яркости и контраста.
- В стандартном исполнении каждый кадр плазменной панели формируется сложением восьми подполей.
- Таким образом, при подведении к электродам высокочастотного напряжения происходит ионизация газа или образование плазмы. В плазме происходит емкостной высокочастотный разряд, что приводит к УФ излучению, которое вызывает свечение люминофора: красное, зелёное или синее. Это свечение проходя через переднюю стеклянную пластину попадает в глаз зрителя.

Флюоресцирующее покрытие, находясь в зоне разряда, начинает излучать свет в видимом диапазоне, который и воспринимает наблюдатель. 97% ультрафиолетовой составляющей излучения, вредного для глаз, поглощается наружным стеклом. Яркость свечения люминофора определяется величиной управляющего напряжения.

Плазменные мониторы

PDP-мониторы (PDP - plasma display panel),

PDP -мониторы с очень большой диагональю , с совершенно плоским экраном с повышенной чёткостью изображения, с яркостью (до 500 Кд/кв.м), контрастностью (до 400:1) и очень высокой сочностью цветов.

Плазменные мониторы совершенно не создают электромагнитных полей, что служит гарантией их безвредности для зрения и здоровья в целом, не страдают от вибрации.

Основные недостатки плазменных мониторов

Стоимость

Довольно высокая потребляемая мощность

Низкая разрешающая способность, обусловленная большим размером элемента изображения



- .
- *Основные преимущества.* Высокая яркость (до 500 кд/м²) и контрастность (до 400:1) наряду с отсутствием дрожания являются большими преимуществами таких мониторов (Для сравнения: у профессионального ЭЛТ-монитора яркость равна приблизительно 350, а у телевизора - от 200 до 270 кд/м² при контрастности от 150:1 до 200:1). Высокая четкость изображения сохраняется на всей рабочей поверхности экрана. Кроме того, угол по отношению к нормали, под которым увидеть нормальное изображение на плазменных мониторах
- Неприятный эффект, возможный у плазменных мониторов – это интерференция . Интерференция – это взаимодействие света разной длины волны, излучаемого из соседних элементов экрана. В результате этого явления в определённой мере ухудшается качество изображения

Пластиковые мониторы

- LEP (Light Emission Plastics), **СВЕТЯЩИЙ ПЛАСТИК**
- технология LEP позволяет наносить пластик на гибкую подложку большой площади, что невозможно для неорганического светодиода (там приходится использовать матрицу диодов);
- пластик сам излучает свет, не нужна подсветка и прочие хитрости, необходимые для получения цветного изображения на LCD-мониторе. Больше того, LEP-монитор обеспечивает 180-градусный угол обзора;
- устройство дисплея предельно просто (вертикальные электроды с одной стороны пластика горизонтальные — с другой), изменением числа электродов на единицу протяженности по горизонтали или вертикали можно добиваться любого необходимого разрешения,
- LEP-дисплей работает при низком напряжении питания (менее 3 В) и имеет малый вес, его можно использовать в портативных устройствах, питающихся от батарей;
- LEP-дисплей обладает крайне малым временем переключения (менее 1 микросекунды), его можно использовать для воспроизведения видеоинформации;
- слой пластика очень тонок, можно использовать специальные поляризующие покрытия для достижения высокой контрастности изображения даже при сильной засветке.

Эти преимущества плюс дешевизна привели к *возникновению достаточно благоприятных перспектив для LEP-технологии*

- Устройство LEP- дисплея предельно просто (вертикальные электроды с одной стороны пластика горизонтальные — с другой), изменением числа электродов на единицу протяженности по горизонтали или вертикали можно добиваться любого необходимого разрешения, а также, при необходимости, различной формы пикселя;
- LEP-дисплей работает при низком напряжении питания (менее 3 В) и имеет малый вес, его можно использовать в портативных устройствах, питающихся от батареек;

Электронная бумага



Электронная книга — устройство, в котором используется электронная бумага

Электронная бумага (*e-paper*, *electronic paper*; также **электронные чернила**, англ. *e-ink*) — технология отображения информации, разработанная для имитации обычной печати на бумаге и основанная на явлении электрофареза. В отличие от традиционных плоских жидкокристаллических дисплеев, в которых используется просвет матрицы для формирования изображения, электронная бумага формирует изображение в отражённом свете, как обычная бумага, и может хранить изображение текста и графики в течение достаточно длительного времени, не потребляя при этом эл. энергии и затрачивая её только на изменение изображения. В отличие от традиционной бумаги технология позволяет произвольно изменять записанное изображение. Электронную бумагу следует отличать от цифровой бумаги

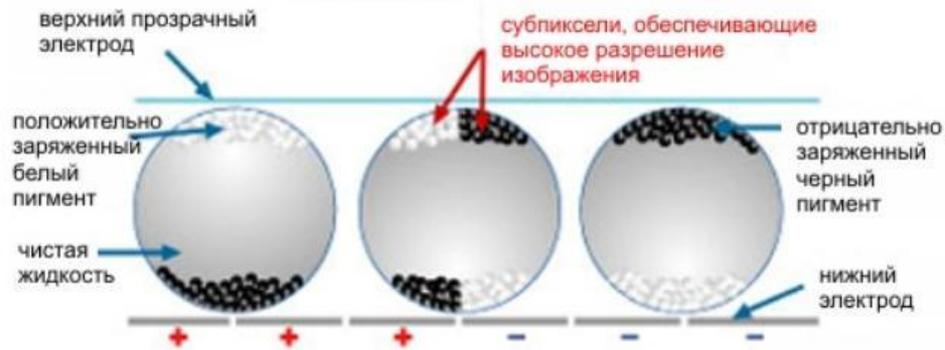
Отличие от ЖК

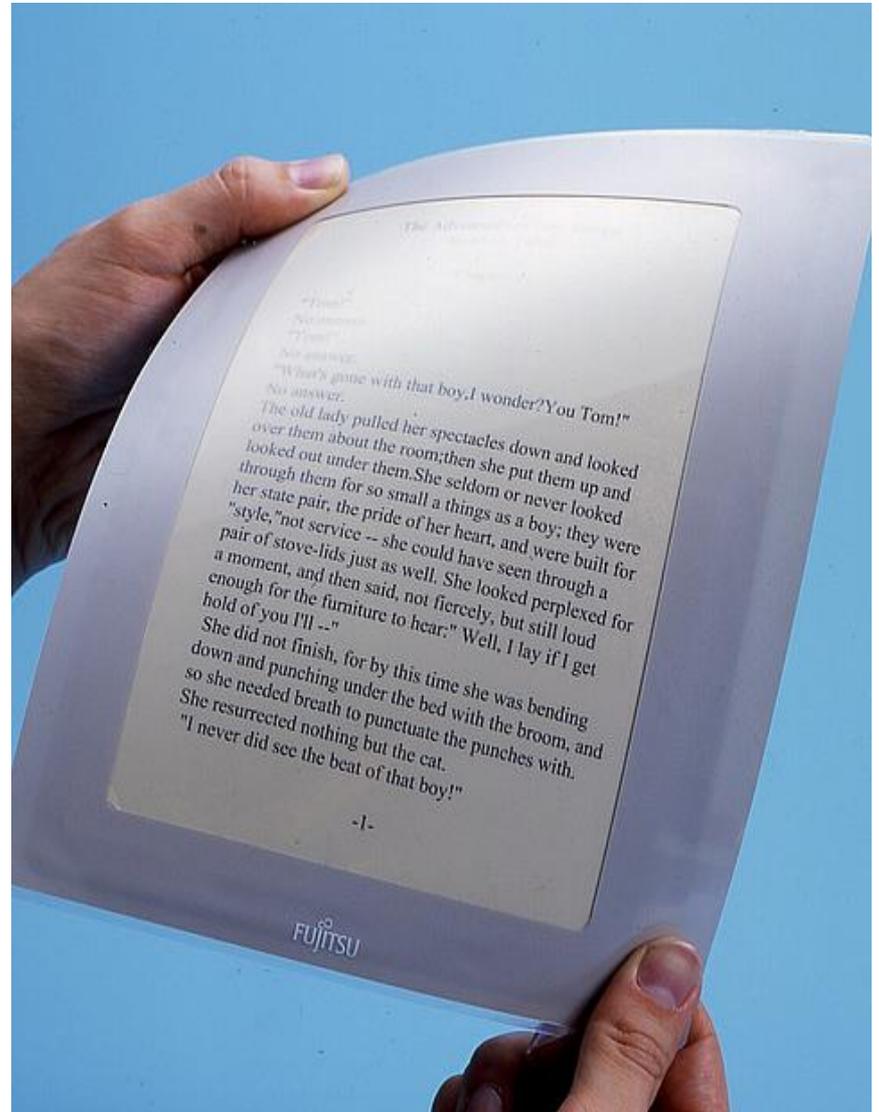
- Но, во-первых, ЖК обладали
- большими световыми потерями в силу наличия в их конструкции двух поляризаторов и сравнительно малой оптической плотности «включённых» **ЖК**
- —достаточно низкие яркость с контрастностью получаемого изображения ;
- достаточно малый угол обзора; во-вторых,
- Создание технологии «электронной бумаги» было призвано преодолеть эти ограничения. Изображение на ней формируется аналогично письму по обычной бумаге карандашом — твёрдыми пигментными частицами, на (в) микроструктурном материале, дисперсно рассеивающем свет подобно волокнам бумаги.
- Из-за чего угол обзора получается практически такой же, как и обычной бумаги — много превосходя таковой у плоских жидкокристаллических дисплеев. Электронная бумага также является устройством светомодулирующего типа с присущими ему положительными свойствами и работает в чистом виде в отражённом свете без промежуточных преобразований светового потока¹

- практически такой же, как и обычной бумаги — много превосходя таковой у плоских жидкокристаллических дисплеев. Электронная бумага также является устройством светомодулирующего типа с присущими ему положительными свойствами и работает в чистом виде в отражённом свете без промежуточных преобразований светового потока
- **Технология**
- Принцип действия электронной бумаги.jpg

Электронная бумага была впервые разработана в Исследовательском Центре компании XEROX в Пало Альто Ником Шеридоном (*Nick Sheridan*) в 1970-х годах. Первая электронная бумага, названная Гирикон , состояла из полиэтиленовых сфер от 20 до 100 мкм в диаметре. Каждая сфера состояла из отрицательно заряженной чёрной и положительно заряженной белой половины¹ Все сферы помещались в прозрачный силиконовый лист, который заполнялся маслом, чтобы сферы свободно вращались. Полярность подаваемого напряжения на каждую пару электродов определяла, какой стороной повернется сфера, давая, таким образом, белый или чёрный цвет точки на дисплее.

Микрокапсулы-пиксели





ТЕХНОЛОГИИ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК В ТЕЛЕВИДЕНИИ

Терминалогия Квантовых точек имеет тесную связь с информационными и коммуникационными технологиями. Эти области получили значительный всплеск в связи с бурным развитием полупроводниковых гетероструктур

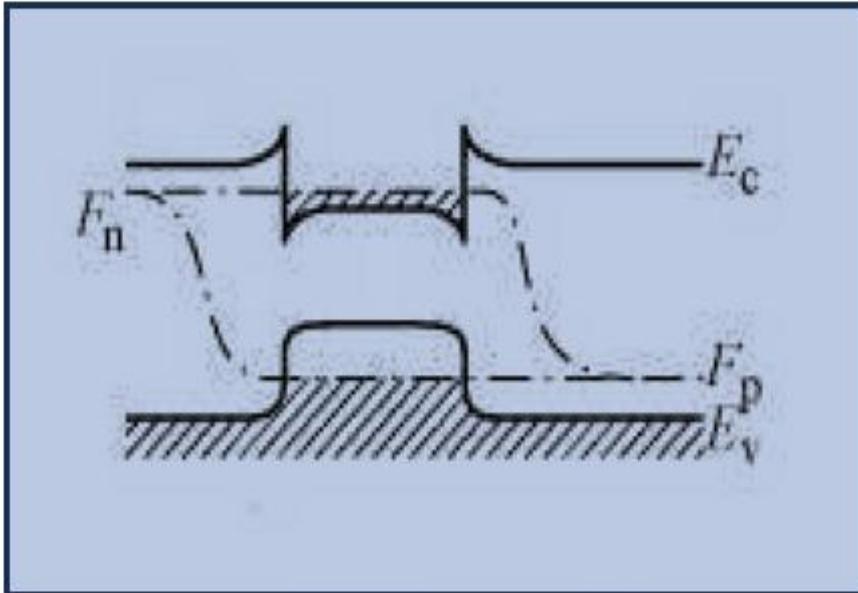
Развитие физики и технологии полупроводниковых гетероструктур привело к значительным переменам в нашей жизни ..

Ж.И.Алферов

Едва ли можно представить нашу жизнь без телекоммуникационных систем , основанных на лазерах с двойной гетероструктурой, без гетероструктурных светодиодов и биполярных транзисторов, без малошумящих транзисторов с высокой подвижностью электронов , применяющихся в высокочастотных устройствах , в том числе в системах спутникового телевидения. Во многих отраслях работают солнечные элементы на основе полупроводниковых гетероструктур»

- Гетеропереходом называется контакт двух различных по химическому составу полупроводников (отличаются - по ширинам запрещенных зон, постоянными кристаллической решетки и др.)
- Гетероструктурой называется полупроводниковая структура с несколькими гетеропереходами (на основе соединений А и В ---- А/В -- гетеропара)

- Для реализации идеи (режим лазерной генерации) Ж.И. Алферова необходим «идеальный» гетеропереход с бездефектной границей. Такая пара была, еще в 1915 г. получено соединение AlAs , имеющая очень близкий к GaAs период решетки .
- Но AlAs -химически нестабильно и разлагается во влажной атмосфере.
- Пара на гетероструктуре $\text{AlAs} / \text{GaAs}$ непригодна для практического воплощения в устройствах.
- 1970 год –была обнаружена пара $\text{GaAs} / \text{AlGaAs}$, которая позволила создать решеточно согласованную гетероструктуру.
- Исследование свойств гетероперехода $\text{GaAs}/\text{AlGaAs}$ и усовершенствование технологии выращивания структур - жидкофазной эпитаксии - дало возможность уже в 1970 г. реализовать непрерывный режим лазерной генерации при комнатной температуре



Зонная диаграмма (энергетическая схема) двойной гетероструктуры : внутри полупроводника с большей шириной запрещенной зоны содержится слой толщиной несколько десятых долей микрона) полупроводника с меньшей шириной запрещенной зоны,

E_c – край зоны проводимости, E_v - край валентной зоны. незаштрихованная часть рисунка между кривыми E_c и F_p – область заполненная дырками, заштрихованная часть между кривыми E_c и F_n – область , заполненная электронами, F_p и F_n положение для дырок и электронов соответственно

Ж.И.Алферов

- Области рекомбинации, светового излучения и инверсной населенности совпадают и полностью сосредоточены в среднем слое. Благодаря потенциальным барьерам на границе полупроводников с различной шириной запрещенной зоны ... рекомбинация в эмиттерах равна нулю.
- Инверсия населенности для получения стимулированного излучения может быть достигнута чисто инжекционным способом (двойная инжекция), и для ее получения не требуется высокого уровня легирования средней области ... Вследствие заметной разницы в диэлектрических постоянных, свет полностью сосредоточен в среднем слое, играющем роль высококачественного волновода...".

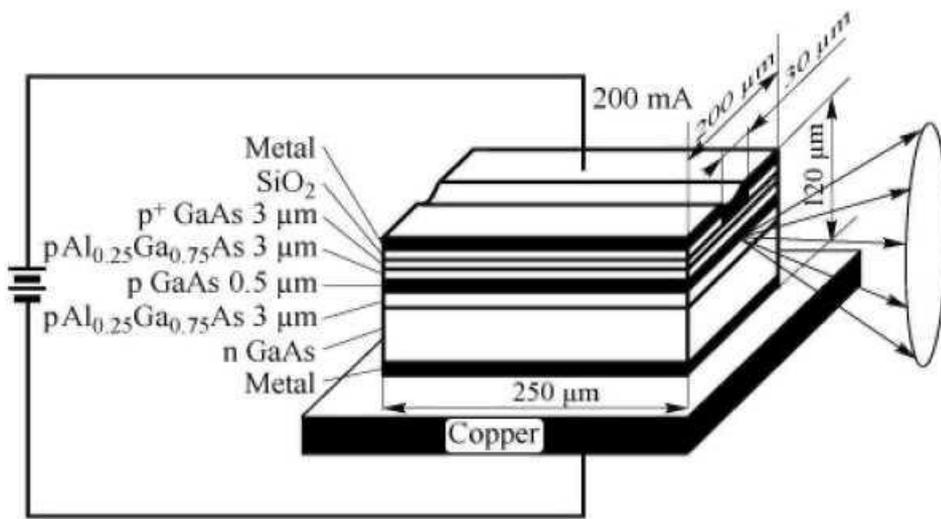
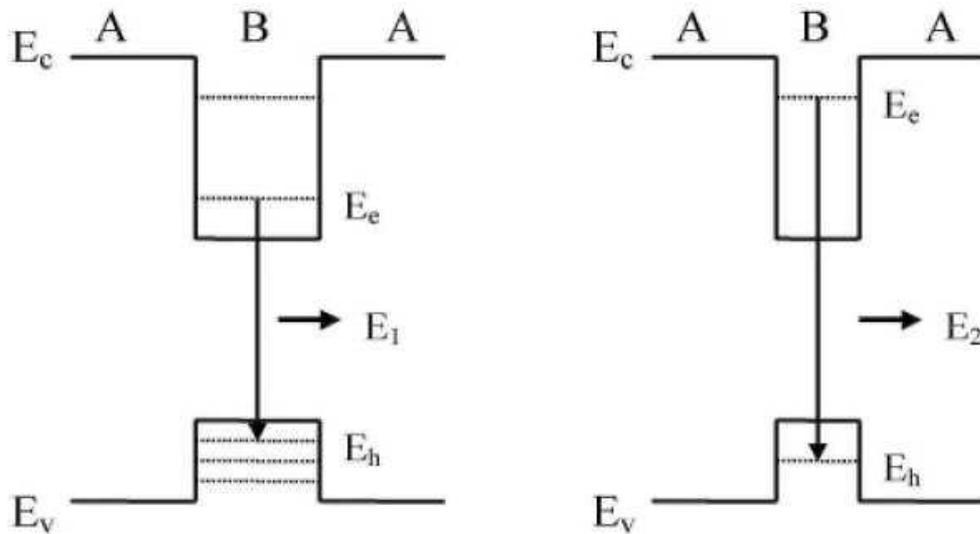


Рис2

Схематическое изображение полупроводникового лазера (полоскового), работавшего в непрерывном режиме при комнатной температуре

В направлении роста структуры имеется потенциальная яма. Но электроны и дырки могут свободно перемещаться в плоскости слоя, поэтому" спектр в реальности является не дискретным, а непрерывным, и существует не набор уровней, а набор энергетических "подзон".

- Характерный размер (в данном случае - толщина слоя), при котором начинают играть существенную роль квантовомеханические эффекты?
- Он должен быть сопоставим с длиной волны электрона (дырки), которая вблизи дна зоны проводимости (потолка валентной зоны) составляет десятки постоянных решетки
- Толщина слоя должна быть в пределах одного-двух десятков нанометров. Подобные гетероструктуры с тонкими (несколько нанометров) слоями называются "квантовыми ямами".



Уменьшение толщины слоя материала В приводит к появлению уровней размерного квантования (E_c и E_v - края зоны проводимости и валентной зоны, соответственно E_e и E_h - уровни размерного квантования для электронов и дырок). Энергетический спектр определяет спектр излучения структуры и, таким образом, энергия испускаемого при рекомбинации электрона и дырки фотона (E_1 и E_2 на схемах слева к справа) определяется уже не только ширинами запрещенных зон материалов А и В, но и шириной слоя (потенциальной ямы), поэтому $E_2 > E_1$.

Примечание. Уровней энергии для дырки в более мелкой потенциальной яме больше, чем для электрона, так как эффективная масса у дырки больше, чем у электрона.

- Есть естественный предел уменьшения квантовой ямы – нельзя вырастить сплошной слой тоньше, чем один атомный слой.
- **КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ**
- На первых порах наряду с неустоявшимся еще термином "квантовые точки" бытовал термин "квантовые ящики", "более наглядный". По существу, это трехмерные потенциальные ямы. т.е. квазичастицы локализованы во всех трех направлениях
- Полная - во всех направлениях - локализация приводит к тому, что энергетический спектр подобной структуры по-настоящему дискретен. Именно по этой причине квантовые точки иногда называют "искусственными атомами»

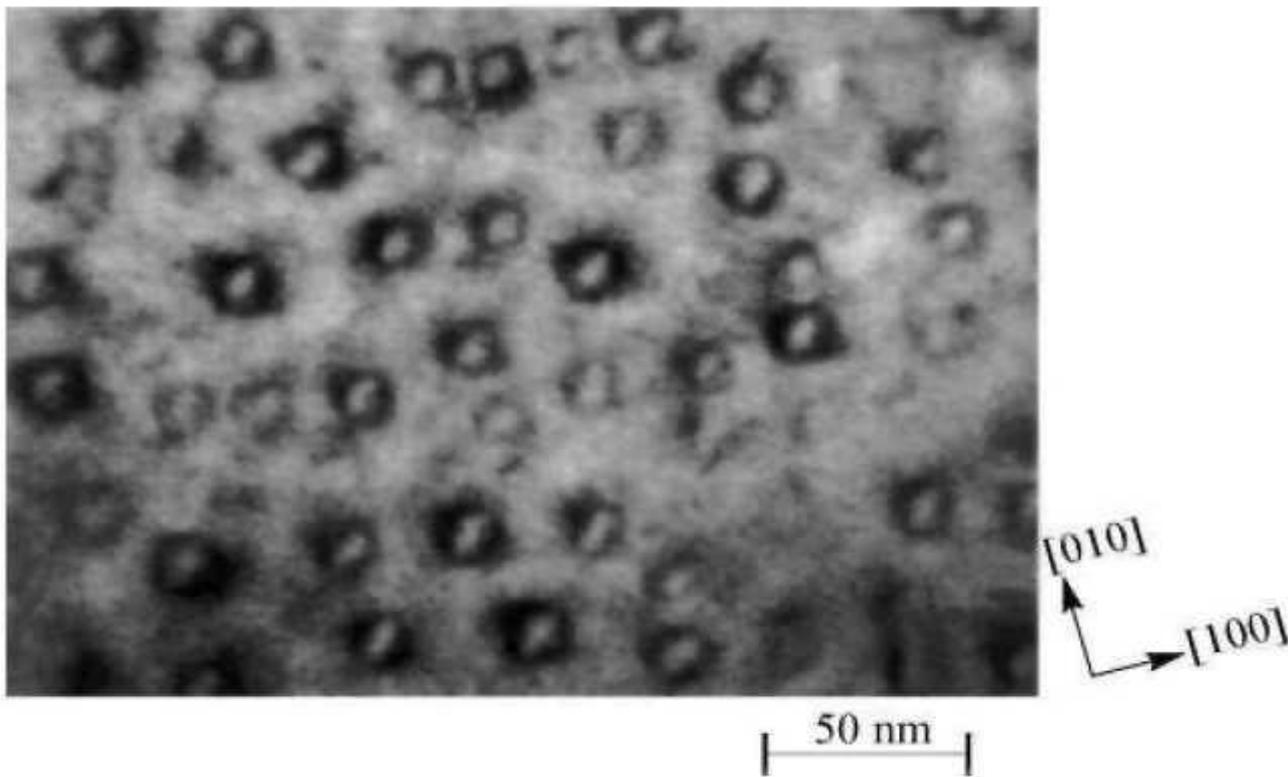


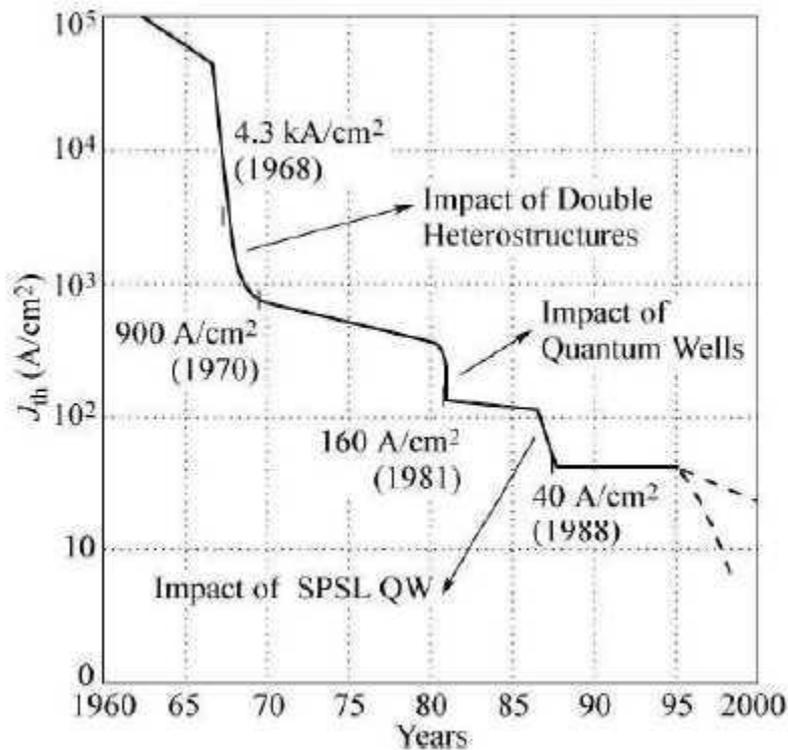
Рис4

Изображение квантовых точек InAs в матрице GaAs (вид сверху), полученное с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Формирование квантовых точек происходит без образования дислокаций несоответствия (В таком случае можно говорить о системе когерентно напряженных трехмерных островков).

ПРИМЕНЕНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

- ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЛАЗЕРЫ
- С точки зрения практического применения история развития полупроводниковых лазеров – это, в значительной степени, история борьбы за снижение их порогового тока, при котором начинается лазерная генерация.
- Действительно большие токи – это большие рассеиваемые мощности соответственно, перегрев и ускоренная деградация полупроводниковой структуры .
- Малые пороговые токи - это долгоживущие миниатюрные лазерные устройства.



момент середины 1990-х годов, в настоящее время лазеры на квантовых точках имеют пороговые плотности порядка 15 А/см²

временная эволюция пороговой плотности тока полупроводниковых лазеров.

Видно сколь велика "заслуга" полупроводниковых гетероструктур (в особенности низкоразмерных структур) - пороговую плотность тока удалось снизить более чем на три порядка. На графике не отражены последние достижения, связанные с появлением лазеров на квантовых точках

КВАНТОВАЯ ЛОГИКА

- Одним из перспективных применений полупроводниковых квантовых точек является их использование в качестве элементов квантовой логики
- Для выполнения квантовых вычислений необходимо, чтобы задействованные квантовые состояния обладали достаточно большим временем когерентности

Спектр фотолюминисценции структуры с квантовыми точками

InAlGaAs / GaAs

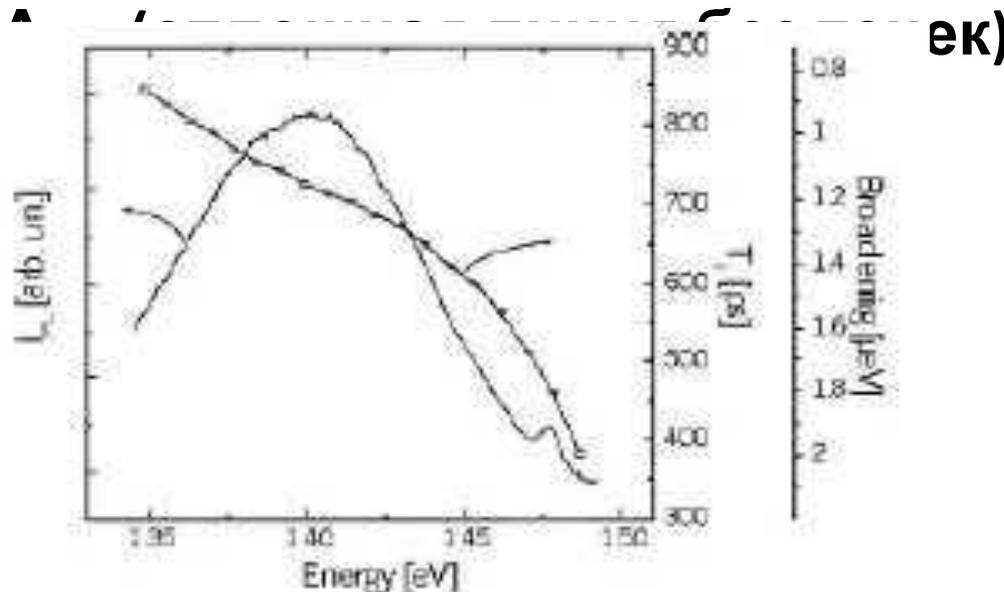


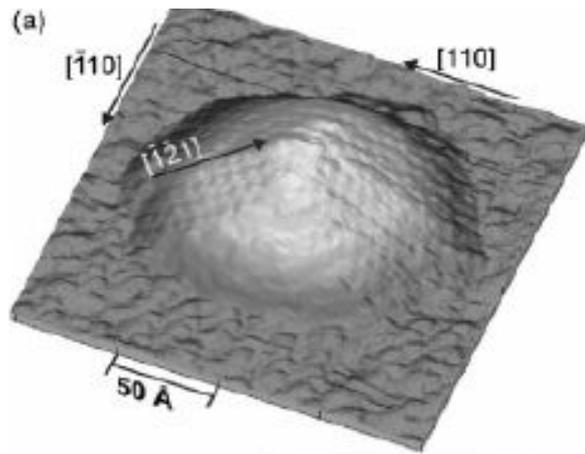
Рис.6

СИНХРОНИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ОДИНОЧНЫХ ФОТОНОВ

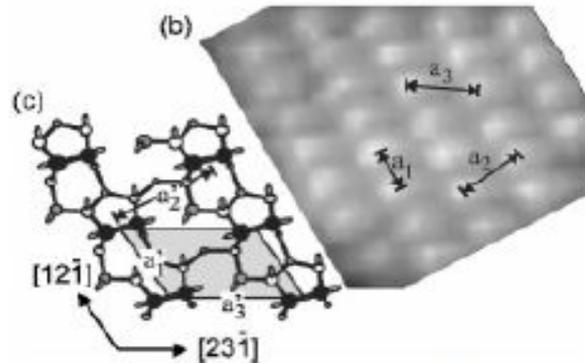
- Классические источники света обычно представляют собой макроскопически большой набор излучателей
- Однако в последнее время возникает потребность в источниках, позволяющих получить регулярный поток фотонов, когда в течение определенного промежутка времени должен быть испущен только один фотон.
- Такие источники нужны, например, для квантовой криптографии, где для защиты информации от прослушивания требуется иметь возможность за некий временной интервал создать не более одного фотона.
- Впервые непрерывный поток одиночных фотонов наблюдался в случае единичных атомов и ионов, находящихся в "ловушке"
- Однако со всех точек зрения наиболее привлекательными являются твердотельные источники одиночных фотонов. Главное их достоинство заключается в том, что они могут быть легко интегрированы в твердотельные электронные устройства.

КАК ВЫГЛЯДЯТ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ

- С помощью сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) были получены изображения квантовых точек с атомным разрешением. Непосредственно после формирования массива квантовых точек в результате выращивания ультратонкого слоя InAs на поверхности GaAs (массив квантовых точек, естественно, не зарастивался сверху слоем GaAs) образец был в условиях высокого вакуума перемещен в специальную аналитическую камеру.
- **Трехмерное изображение квантовой точке. Видно, что она имеет пирамидальную форму с достаточно острой вершиной. Стрелки и цифры в квадратных скобках обозначают различные кристаллографические направления**

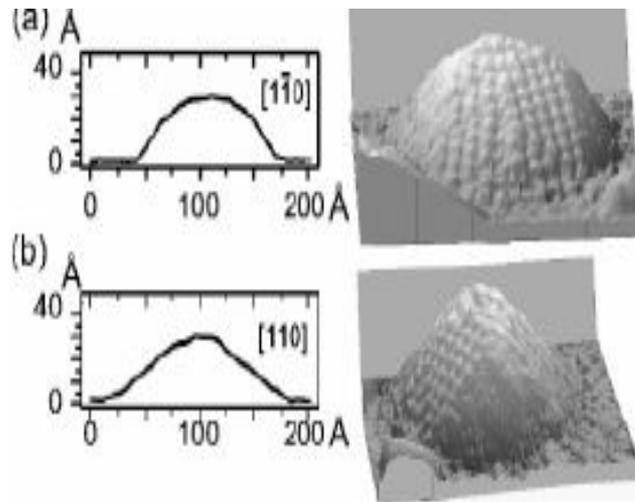


Трехмерное изображение квантовой точки. Видно, что она имеет пирамидальную форму с достаточно острой вершиной. Стрелки и цифры в квадратных скобках обозначают различные кристаллографические направления



(b) Более детальное изображение одной из граней,

(c) Модель реконструированной поверхности грани (черные и серые шарики - атомы мышьяка (As), светлые – In



Профили (по высоте) квантовой точки и соответствующие трехмерные СТМ - изображения, вид разных направлений.

Защищать денежные знаки и диагностировать онкологические заболевания, повышать урожайность сельхозкультур и обеспечивать наиболее комфортное для человека освещение... На все это способны **квантовые точки** — *полупроводниковые кристаллы размером от единиц до нескольких десятков нанометров.*

Размер квантовых точек имеет ключевое значение для их свойств: *от величины частиц напрямую зависит переизлучаемый ими спектр.*

Двухнанометровый кристалл из селенида кадмия флуоресцирует голубым светом, а семинанометровый — из тех же самых частиц — *дает красное свечение.*

Чтобы перейти в другой световой диапазон, достаточно заменить один полупроводник на другой. Если селенид кадмия обеспечивает видимое излучение, то сульфид или селенид цинка «отвечают» за ультрафиолетовый спектр. За сульфидом или селенидом свинца «числится» инфракрасная область

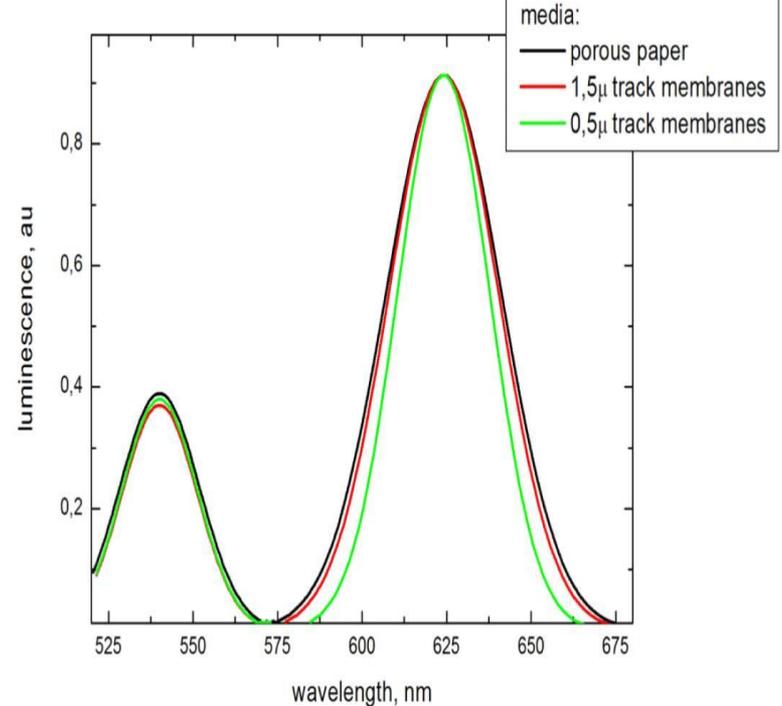
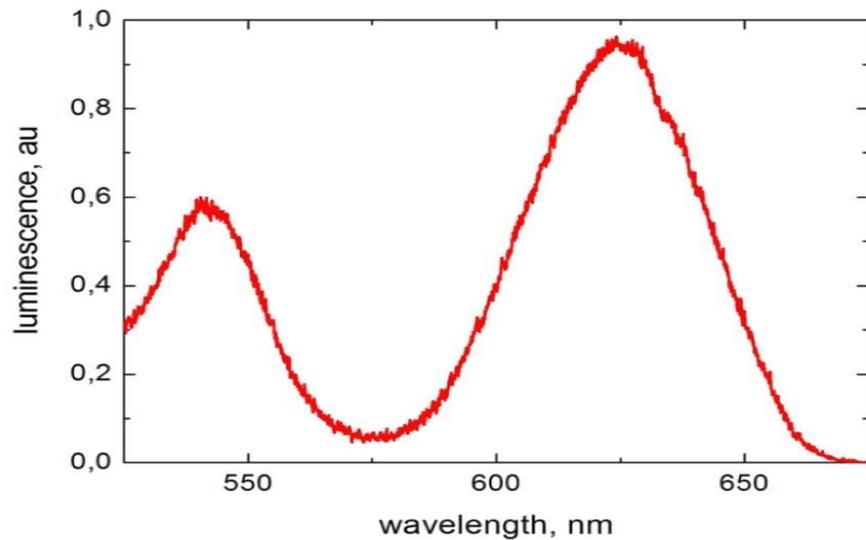
«С помощью квантовых точек можно получить излучение практически в любой области спектра — от ультрафиолетовой до инфракрасной»,

- У квантовых точек есть одна особенность — непрерывный спектр поглощения. Они поглощают во всем диапазоне длин волн: скажем, флуоресцируют в красной области спектра, а поглощают и в ультрафиолетовой, и в фиолетовой, и в голубой — вплоть до красной.
- Такие характеристики делают **полупроводниковые наночастицы** уникальным материалом для солнечных батарей:
- они станут максимально эффективными, потому что благодаря квантовым точкам будут соответствовать всему спектру солнечного света. С помощью новых технологий Солнечная батарея покрывается тонкой полимерной пленкой, содержащей квантовые точки. Они не просто «съедают» ультрафиолетовый свет, но и переводят его в другую, более длинноволновую часть спектра. Например, зеленую, которую солнечная батарея воспринимает гарантированно.
- Очевидный результат: увеличение эффективности солнечных батарей, «обернутых» в специальную пленку с квантовыми точками, достигает 10 процентов.



Квантовые точки в полимерных пленках светятся под ультрафиолетом

Основная часть квантовых точек, уходит на защиту ценных бумаг. **Наночастицы служат надежными метками**, по которым специальные считывающие устройства определяют, подлинный объект или поддельный, вне зависимости от того, из чего он изготовлен: из бумаги, полимера или металла.



Спектр люминесценции от двойной метки , полученной последовательным осаждением растворов двух квантовых точек с размерами 2,5 и 5 нм при облучении п/п лазером с длиной волны 405 нм. Области люминесценции (спектры) различаются из-за различного коэффициента extinction

Спектры люминесценции от двойной метки (при различных отношениях концентраций квантовых точек

Каждый новый размер рождает уникальный свет. Изменяя величину кристалла, ученые могут получить любую длину волны, с разницей буквально в 1–2 нанометра.

Двухнанометровый кристалл из селенида кадмия флуоресцирует голубым светом, а семинанометровый — из тех же самых частиц — дает красное

- Расстояние между стационарными уровнями энергий зависит от размера квантовой точки как:
- $\hbar^* \hbar/2md,$
- \hbar – пост. Планка
- m – масса e- в точке
- d – характеристический размер КТ

$$\Delta \approx \frac{\hbar^2}{2md}$$

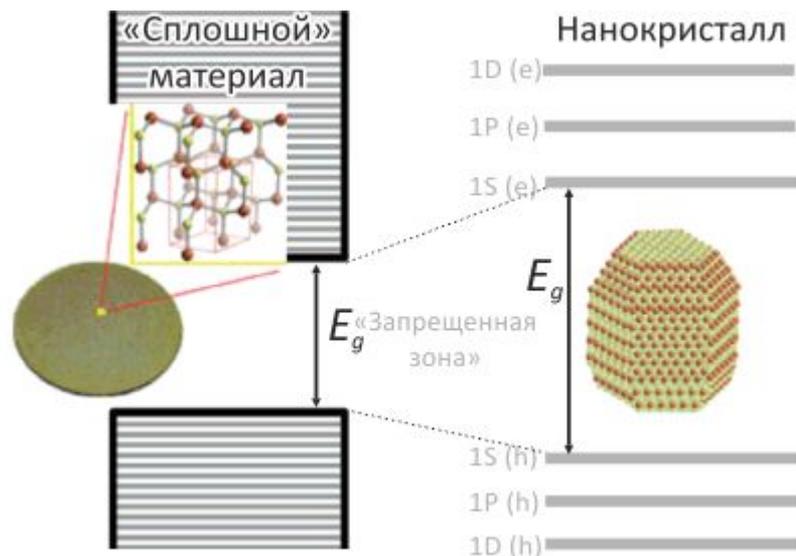
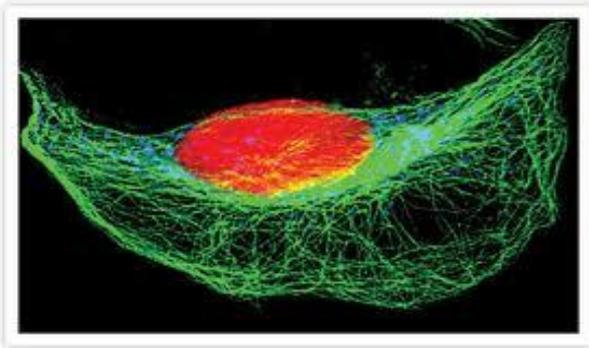


Рисунок. Дискретные уровни энергии в нанокристаллах. «Сплошной» полупроводник (слева) имеет валентную зону и зону проводимости, разделенные запрещенной зоной E_g .

Нанокристалл из полупроводника (справа) характеризуется дискретными уровнями энергии, подобными уровням энергии одиночного атома. В нанокристалле E_g является функцией размера: увеличение размера нанокристалла ведет к уменьшению E_g .

Наноразмерные кристаллы — квантовые точки — могут стать основой для чувствительных датчиков, реагирующих люминесценцией на крошечные концентрации того или иного вещества. Проблема в том, что такой свет трудно уловить, поскольку он слаб, а исходит во всех направлениях. Можно построить антенны

- В деле защиты ценных бумаг находит применение еще одно уникальное свойство квантовых точек — их **фотостабильность**. Оно выходит на передний план, когда дело касается документов, срок службы которых исчисляется не одним десятком лет. Например, если речь идет о паспорте.
- **Необычный эффект производят квантовые точки в области сельского хозяйства.** Использование их в качестве добавок в **полимерных материалах**, которыми покрывают теплицы, дает возможность не только «убирать» вредный для растений ультрафиолет и защищать от него саму пленку, но и переизлучать его в красную область спектра, которая, в свою очередь, стимулирует рост растений, повышая урожайность.
- Аналогичные пленки с добавками редкоземельных элементов изготавливают уже давно. Но они ограничены в своих возможностях: например, европей может переизлучать только на 612 нм.
- **А вот квантовые точки можно настроить на любую длину волны — наиболее подходящую для растений.**
- Пленки с квантовыми точками, сохраняются в течение долгого времени».



. Так выглядит квантовая точка

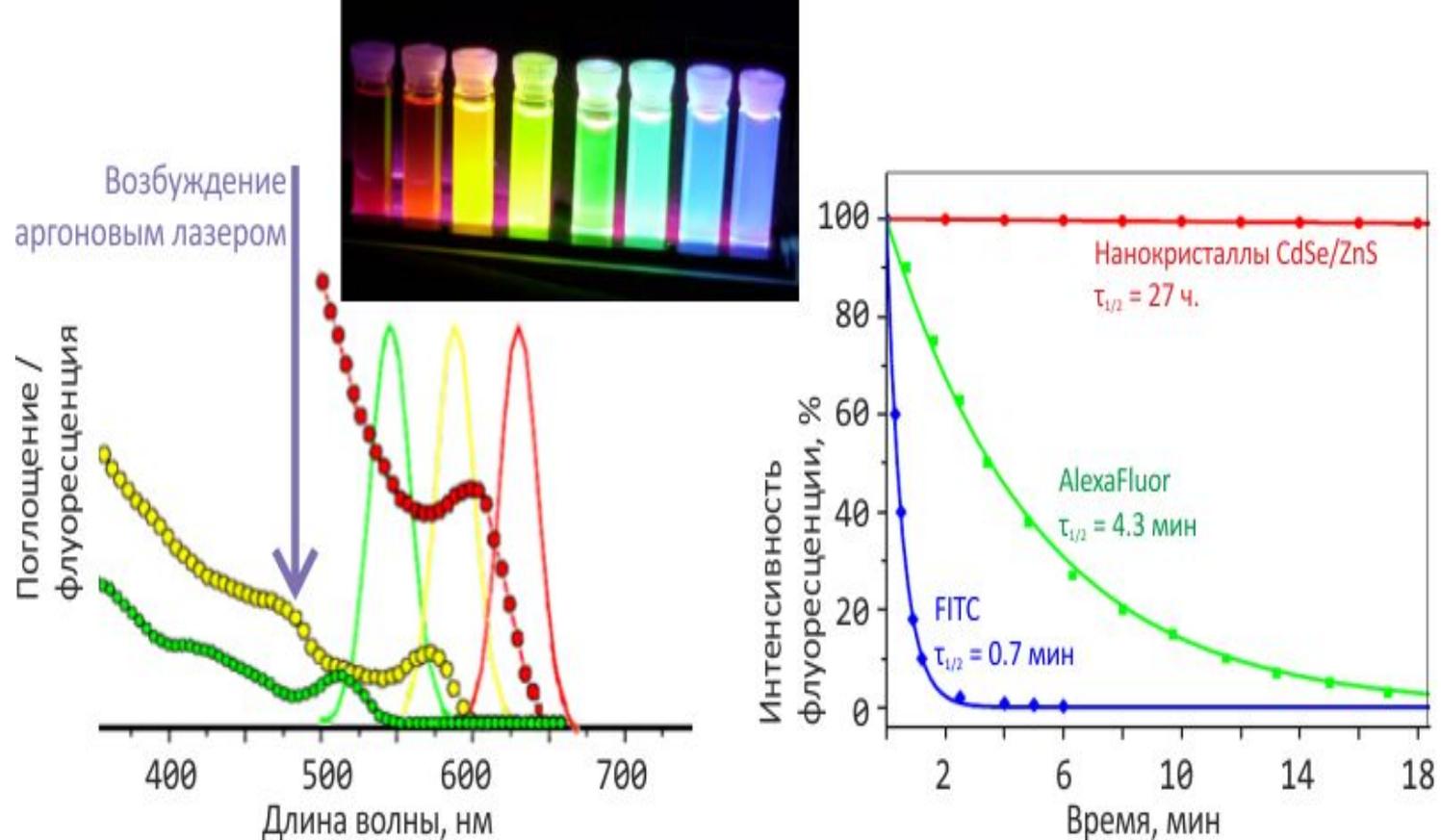
На данный момент осталось решить проблему, как можно преобразовать дешевые квантовые точки в высокоэффективный солнечный коллектор.

Квантовая точка есть не что иное, как полупроводник, который нашел свое применение в первую очередь в современной электронике в качестве строительного блока. Также квантовые точки применяются и в других направлениях солнечных технологий. Вся разница между обычными полупроводниками и квантовыми точками заключается в размере. Габариты квантовых точек поражают, эта разработка состоит всего лишь из одного нанометра полупроводника, что обусловило наличие ряда уникальных свойств.

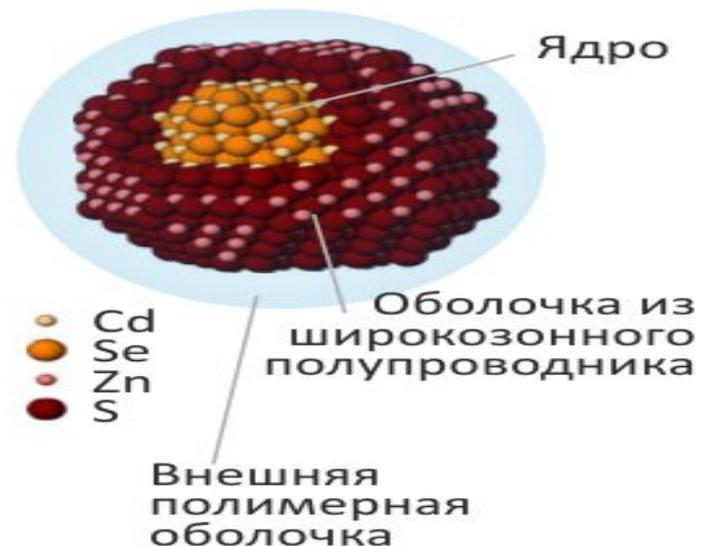
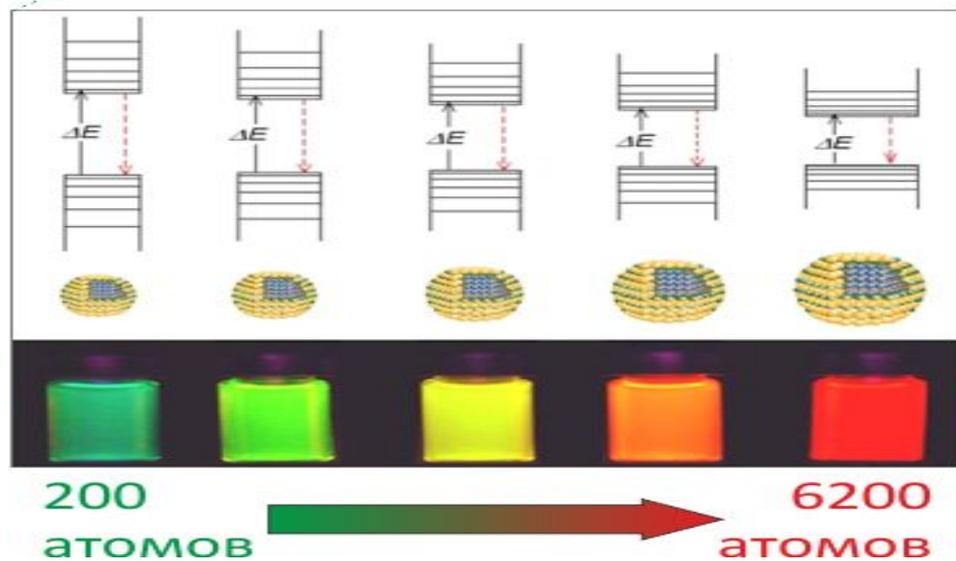
Квантовые точки (флуоресцентные полупроводниковые нанокристаллы), позволившие заглянуть за пресловутый дифракционный предел. Уникальные физические свойства квантовых точек делают их идеальным средством для сверхчувствительной многоцветной регистрации биологических объектов, а также для медицинской диагностики.

- Уменьшение размера частицы приводит к проявлению весьма необычных свойств материала, из которого она сделана. Причиной этого являются квантово-механические эффекты, возникающие при пространственном ограничении движения носителей заряда: энергия носителей в этом случае становится дискретной. А число уровней энергии, в соответствии с квантовой механикой a , зависит от размера «потенциальной ямы», высоты потенциального барьера и массы носителя заряда
- Увеличение размера «ямы» ведет к росту числа уровней энергии, которые при этом становятся все ближе друг к другу, пока не сольются, и энергетический спектр не станет «сплошным» (рис. 1). Ограничить движение носителей заряда можно по одной координате (формируя квантовые пленки), по двум координатам (квантовые проволоки или нити) или по всем трем направлениям — это будут [квантовые точки](#) (КТ)
- Полупроводниковые нанокристаллы являются промежуточными структурами между молекулярными кластерами и «сплошными» материалами. Границы между молекулярными, нанокристаллическими и сплошными материалами не определены с достаточной четкостью; однако диапазон $100 \div 10\,000$ атомов на частицу можно ориентировочно считать «верхним пределом» нанокристаллов.

- **Электронные энергии непосредственно определяются размером нанокристалла — это явление известно как «эффект квантового ограничения».**
- **Используя этот эффект, можно регулировать ширину запрещенной зоны нанокристалла (E_g), просто изменяя размер частицы (таблица 1).**
- **Особенностью квантовых точек в форме коллоидных нанокристаллов является то, что каждая точка — это изолированный и мобильный объект, находящийся в растворителе.**
- **узкий симметричный пик флуоресценции (в отличие от органических красителей, для которых характерно наличие длинноволнового «хвоста**
- **широкая полоса возбуждения, что позволяет возбуждать нанокристаллы разных цветов одним источником излучения (рис. 12, слева). Это достоинство принципиально при создании систем многоцветного кодирования**
- **высокая яркость флуоресценции, определяемая высоким значением экстинкции и высоким квантовым выходом (для нанокристаллов CdSe/ZnS — до 70%);**
- **уникально высокая фотостабильность (, справа), что позволяет использовать источники возбуждения высокой мощности.**

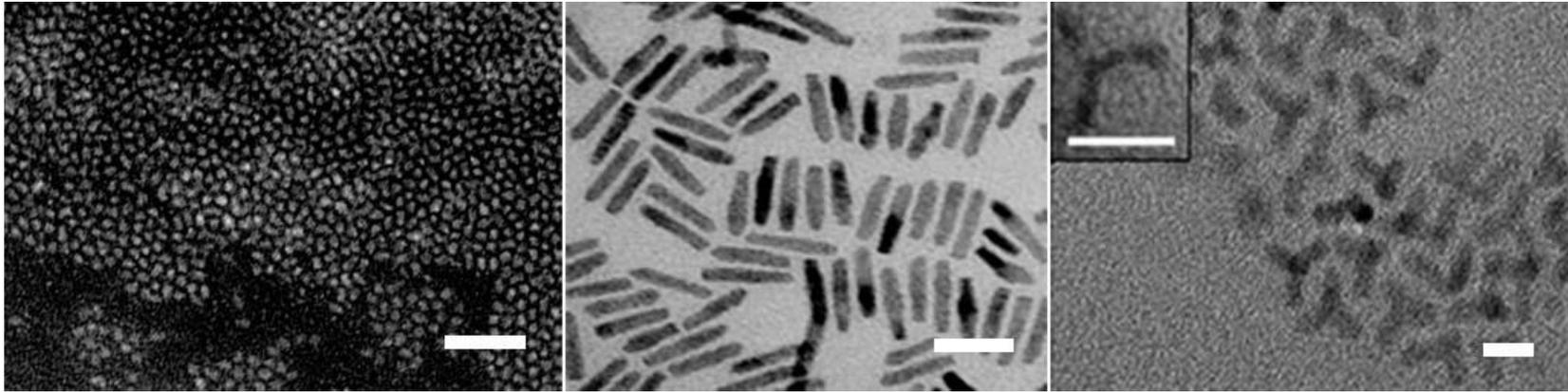


Спектральные свойства кадмий-селеновых (CdSe) квантовых точек. Слева: Нанокристаллы разных цветов можно возбудить одним источником (стрелкой показано возбуждение аргоновым лазером с длиной волны 488 нм). На врезке — флуоресценция CdSe/ZnS



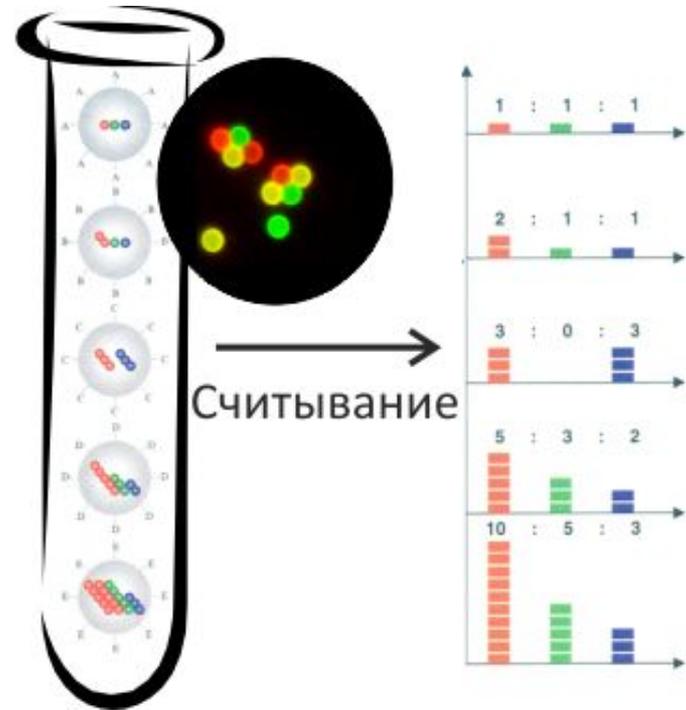
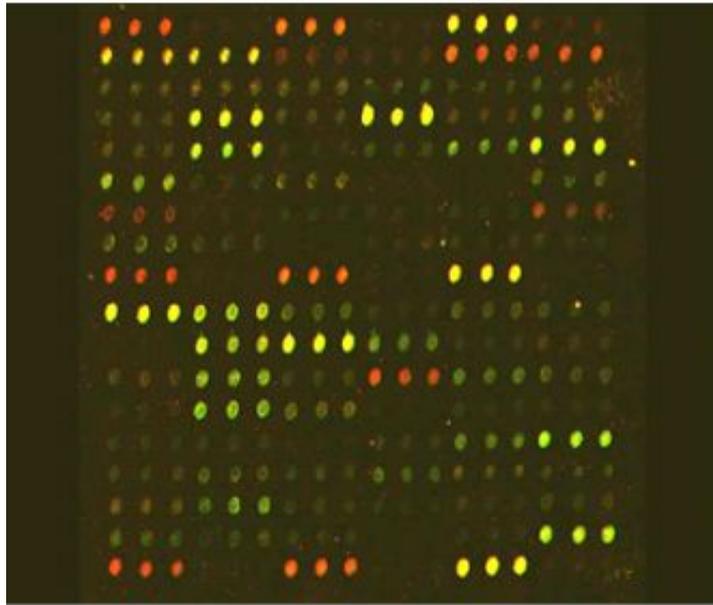
Свойства квантовых точек из разных материалов. Сверху: Диапазоны флуоресценции нанокристаллов, изготовленных из разных материалов. Снизу: CdSe квантовые точки разных размеров покрывают весь видимый диапазон 460–660 нм. Снизу справа: Схема стабилизированной квантовой точки, где «ядро» покрыто оболочкой из полупроводника и защитным слоем полимера.

- **Синтез нанокристаллов осуществляется быстрой инъекцией соединений-предшественников в реакционную среду при высокой температуре (300–350 °С) и последующим медленным ростом нанокристаллов при относительно низкой температуре (250–300 °С). В «фокусирующем» режиме синтеза скорость роста маленьких частиц больше скорости роста больших, в результате чего разброс по размерам нанокристаллов уменьшается**
- **Технология контролируемого синтеза позволяет управлять формой наночастиц, используя анизотропию нанокристаллов. Характерная кристаллическая структура конкретного материала (например, для CdSe характерна гексагональная упаковка — вурцит**
- **выделенные» направления роста, определяют форму нанокристаллов. Так получают наностержни или тетраподы — нанокристаллы, вытянутые в четырех направлениях**



. Разная форма CdSe нанокристаллов. Слева: CdSe/ZnS нанокристаллы сферической формы (квантовые точки); в центре: стержневидной формы (квантовые стержни); справа: в форме тетраподов. (Просвечивающая электронная микроскопия. Метка — 20 нм.)

В некоторых случаях квантовые точки заключают в оболочку, состоящую из нескольких слоев широкозонного материала. Это позволяет изолировать $e-h$ пару в ядре, увеличить время ее жизни, уменьшать безызлучательную рекомбинацию, а значит — увеличить квантовый выход флуоресценции и фотостабильность



Принцип спектрального кодирования. Слева: «обычный» плоский микрочип. Справа: «жидкий микрочип», каждый элемент которого содержит заданные количества КТ определенных цветов. При n уровнях интенсивности флуоресценции и m цветах теоретическое количество кодируемых вариантов равно $n^m - 1$. Так, для 5–6 цветов и 6 уровней интенсивности это будет 10000–40000 вариантов.

- Такие кодированные микроэлементы могут применяться для прямого мечения любых объектов (например, ценных бумаг). Будучи внедренными в полимерные матрицы, они чрезвычайно устойчивы и долговечны.
- Другой аспект применения — идентификация биологических объектов при развитии методов ранней диагностики. Метод индикации и идентификации заключается в том, что к каждому спектрально кодированному элементу микрочипа присоединяется определенная распознающая молекула/ В растворе присутствует вторая распознающая молекула, к которой «пришит» сигнальный флуорофор.
- следует подчеркнуть, что квантовые точки в форме коллоидных нанокристаллов являются перспективнейшими объектами нано-, бионано- и биомеднанотехнологий

ТОЧКАХ

- На шоу потребительской электроники, проходившем в Лас- Вегасе, компания Sony объявила о линейке экранов для ТВ, основанных на новой технологии.
- Дисплеи на квантовых точках позволяют решить одну из проблем светодиодных (LED) экранов: неточность цветопередачи.
- Квантовые точки облученные ультрафиолетовым светом. Различные размеры квантовых точек излучают различные цвета.
- Привычные светодиодные (LED) экраны для ТВ и компьютеров превзошли прежнее поколение экранов на вакуумных трубках в компактности и долговечности, но потеряли по сравнению с ними в цвете
- Гамма, создававшаяся в вакуумных кинескопах за счет трех электронных пучков, сканирующих три люминофора, была более точной. Светодиодные экраны устроены на селективном пропускании белого света, которым они подсвечиваются сзади.
- Другой их конструктивный недостаток в том, что полупроводниковые фильтры, пропускающие, допустим, красный, не обладают достаточно высокой селективностью и пропускают также и часть зеленого спектра

- **Этот их недостаток исправлен в OLED дисплеях (первая буква в аббревиатуре означает «органический»).**
- **Когда свет излучается большими массами полупроводникового материала, длина его волны не зависит от размера частиц полупроводника (точнее, зависит пренебрежимо мало).**
- **Но когда размеры полупроводника становятся сравнимы с размерами длины волны излучение зависит от размера.**
- **Именно на этом эффекте и работают экраны на квантовых точках. Они сделаны из наночастиц, размер которых, как нетрудно догадаться, составляют нанометры.**
- **Каждая такая частица представляет собой светодиод в миниатюре, который может возбуждаться светом или электрическим потенциалом. В экранах, представленных Sony, возбуждение происходит обычным светодиодом, излучающим синий свет.**
- **Этот свет поглощается слоем квантовых точек, и, в зависимости от размера наночастиц, они испускают красный или зеленый свет, причем длина волны этого испускаемого света очень точно определяется размером частицы.**



. Кристаллы примерно в сто тысяч раз меньше толщины человеческого волоса,

Они позволяют создавать ультратонкие плоские телевизоры. Такие, их легко можно напылять на любые поверхности, например, на пластиковые панели толщиной в лист бумаги и можно будет размещать на стенах, как видеообои.

- Дисплеи на квантовых точках обеспечивают цветопередачу высокого качества, а также сколь угодно высокое разрешение, поскольку минимальный размер пикселя не ограничен. Но самое удивительное в том, что эта технология уже практически вышла на коммерческие рельсы.
- Техпродукты на квантовых точках станут новым поколением телевизоров с плоскими экранами».

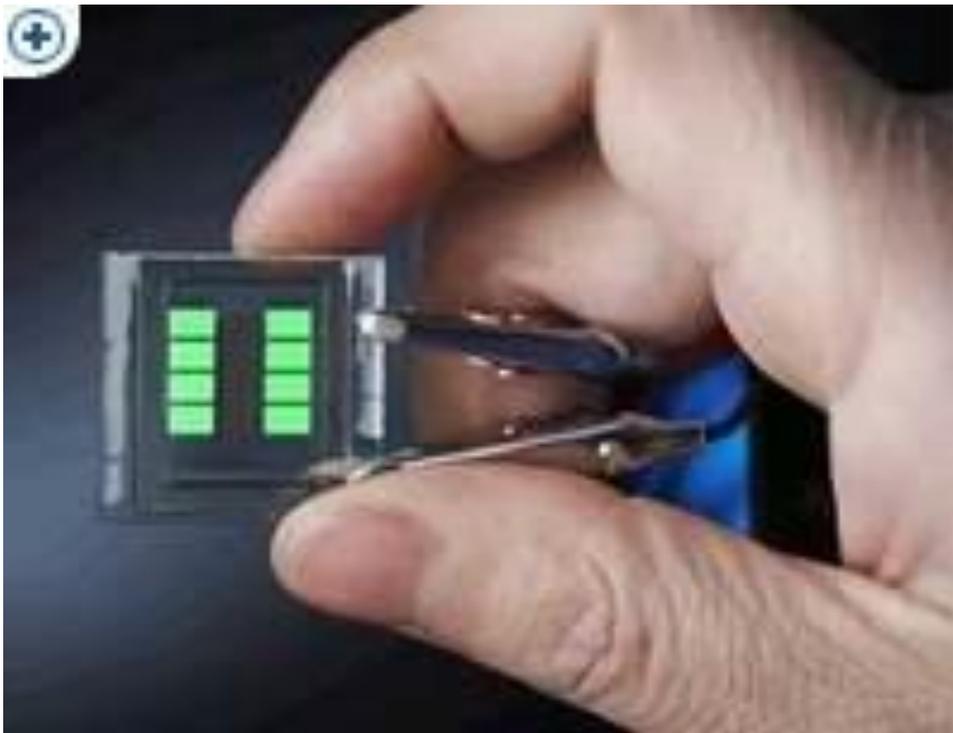
Материал нанокристалла	Радиус экситона Бора (нм)	Диапазон флуоресценции, нм	Энергия перехода в сплошном материале, эВ
ZnS	2,5	300–380	3,68
CdS	2,7	380–460	2,5
ZnSe	3,1	360–500	2,6
CdSe	5,8	480–660	1,74
CdSe/Te сплавы		550–1000	
CdTe	7,5	600–1000	1,50
InP	10	650–750	1,35
PbS	18	700–1650	0,41
InAs	34	830–1350	0,35
PbSe	46	1000–2500	0,26
PbTe		1000–2000	0,37

ТАБЛИЦА1 Характеристики КТ из разных материалов

- Такие экраны, способны передавать на 50% больше цветов, чем обычные светодиодные (LCD). Продемонстрированный на шоу в Лас-Вегасе модель называется Sony KD-65X9000A.



Компания намерена сочетать технологию квантовых точек с двумя другими: 3-D и сверхвысокого 4K разрешения. Еще одна важная особенность экранов на квантовых точках – низкое относительно LCD энергопотребление. Хотя они вряд ли превзойдут по этому показателю экраны типа «электронной бумаги», логично ожидать появления поколения мобильных устройств с этим типом экранов взамен нынешних LCD.



Настоящие телевизоры с плоским экраном, но с улучшенной цветовой гаммой и более тонким дисплеем - будут доступны в самое ближайшее время.

Большинство ныне выпускаемых телевизоров имеют жидкокристаллический дисплей (LCD), со светоизлучающими диодами (LED), с экраном 2-3 дюйма толщиной. Замена светодиодов квантовыми точками сможет значительно снизить толщину. Дефицит редкоземельных элементов, необходимых для дисплеев, довели ситуацию до продаж почти по себестоимости, и компании-производители ищут новые способы их изготовления. Квантовые точки сделаны из дешевых полупроводниковых материалов, которые излучают свет при подаче напряжения или ультрафиолетового света.

- С конца 2016 компания Samsung представила несколько игровых мониторов, матрицы которых выполнены по технологии квантовых точек (QLED).
- Samsung выпускает изогнутые мониторы модели CH711 с экраном 27 и 31,5 дюйма, оба с разрешением 2560×1440 пикселей, 178-градусным углом обзора и 125-процентным охватом спектра sRGB.
- Для Samsung это не первые мониторы с квантовыми точками, хотя компания до сих пор в основном использует в своих мониторах и телевизорах технологии PLS (аналог IPS) и OLED. Первые мониторы Samsung с квантовыми точками были представлены в сентябре 2016 года на выставке IFA в Берлине, а модель CH711 продемонстрирована в начале января 2017 года на CES в Лас-Вегасе.
- **Organic light-emitting diode** или сокращенно **OLED**



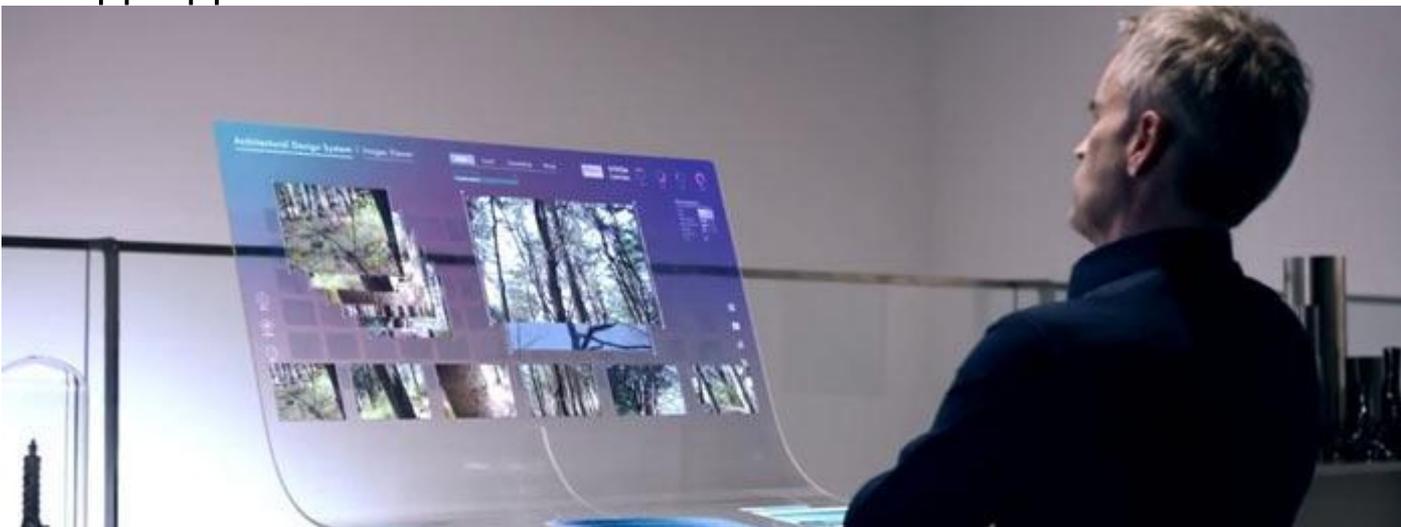
Curved monitor series

Premium Curved Monitor CF791



Seamless connection of multiple monitors
through 3 sided bezel-less design

- Технологию QLED следует считать разновидностью LCD, поскольку в ней тоже используется светодиодная подсветка, хотя диоды созданы на основе квантовых точек. До сих пор ни одному производителю не удалось создать матрицу, которая состояла бы только из квантовых точек и не содержала светодиоды, однако такие экраны могут появиться в будущем.
- **OLED** телевизор — это телевизор, в матрице которого основным функциональным элементом являются органические светодиоды



Голографические Телевизоры



Рис. 19.

Голографические ТВ, сможет обеспечить полноценное 3D изображение, без обмана мозга и насилия человеческого организма.

Голография позволяет увидеть поистине настоящие объемные фигуры, как статичные так и движущиеся.

В настоящий момент воспроизводится с помощью микро-электро-механического дисплея, который способен отображать динамическую голограмму.

Данный дисплей работает с большим количеством специальных платформ, эти платформы способны перемещаться как вверх так и вниз, за счет этих платформ и специального лазера и получается полноценное изображение.

Известны 4 метода создания голографической картинки

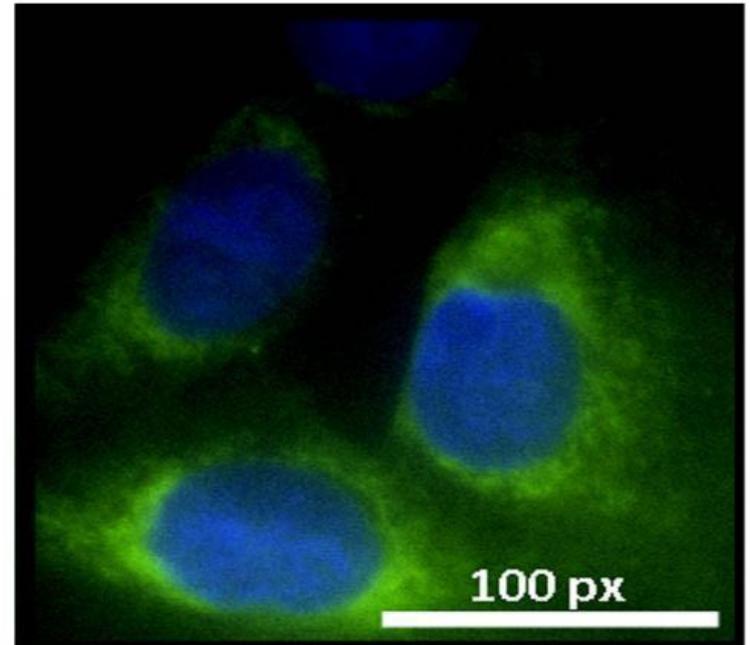
1) С помощью синхронизированных камер и компьютеров.

одновременно снимали 35 камер высокого разрешения Камеры совместным потоком передавали сложную картинку в студию, будучи, в свою очередь, синхронизированными со студийными камерами, чтобы не произошло никаких накладок.

Общую картинку в режиме реального времени обрабатывали сразу 12 компьютеров.

Квантовые точки в состоянии повысить эффективность кремниевых

фотоэлектрических ячеек и снизить затраты на их производство. Максимальный КПД современных солнечных батарей составляет 31% из-за того, что большая часть энергии солнечного света слишком высока, чтобы быть конвертированной в полезную электроэнергию. Избыток этой энергии так называемых «горячих электронов» теряется в виде тепла. Квантовые точки из селенида свинца поглощают больше «горячих электронов», которые могут быть захвачены солнечной батареей для эффективного преобразования в электричество. Исследования показывают, что КПД такой системы может достигать 66%.



- 2) Технология FogScreens, создающая изображения в воздухе с помощью капель жидкости.
- Созданные с помощью специальных устройств, трехмерные образы будут висеть в воздухе, их можно будет обойти и рассмотреть с разных сторон, даже пройти сквозь



Рис.20.

- 3) Цветная электронная голография.

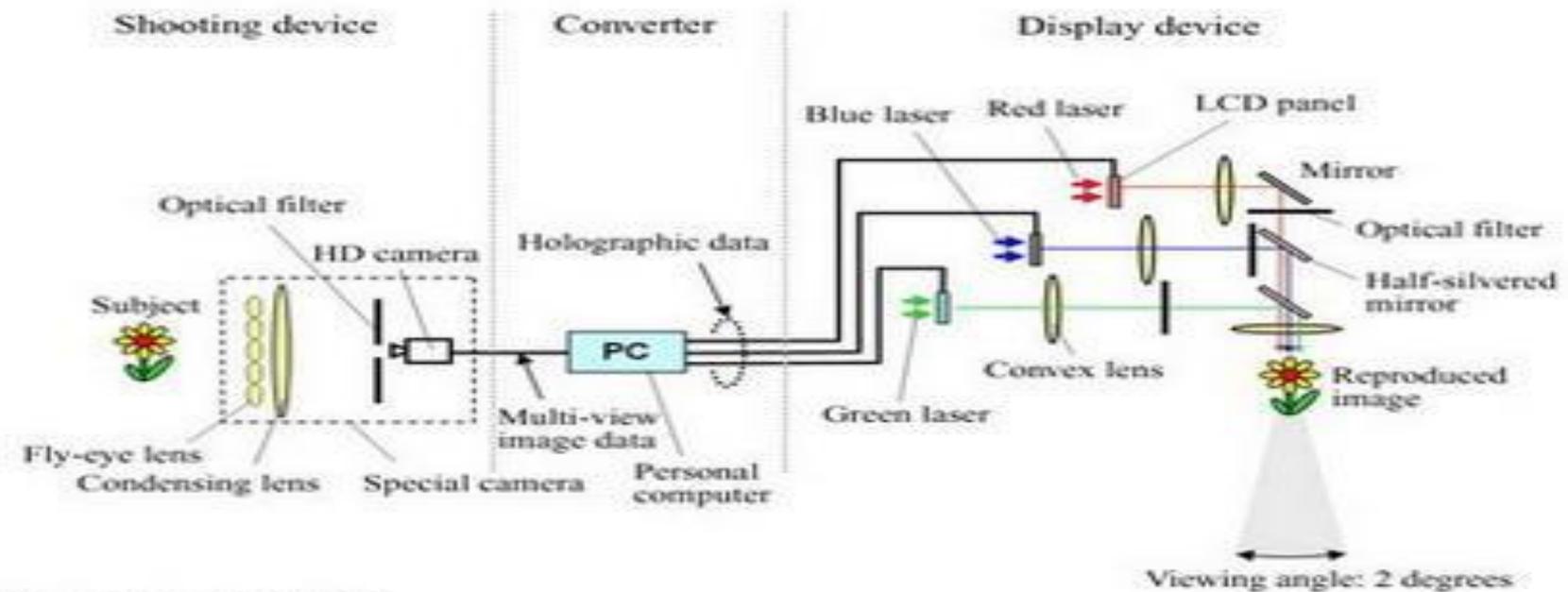


Figure translated by Tech-On!

Голограмма создается на основе интегральной фотографии, когда субъекты снимаются при обычном освещении видеокамерой с объективом, имитирующим устройство фасеточного глаза насекомых. Такой объектив состоит из множества микролинз. Голограмма демонстрируется на трех LCD-панелях в красном, голубом и зеленом цветах. Затем голографические изображения одного и того же объекта воспроизводятся лазерными лучами и синтезируются в трехмерное видео, которое может быть показано в режиме реального времени.

- **4) Трёхмерные голографические экраны.**

Основа устройства – новый полимерный материал, который может записывать трёхмерную графическую информацию, стирать ее и выводить на экран новый объёмный кадр в считанные минуты.

Ученые уверены, что им удастся усовершенствовать свое изобретение и добиться обновления голографической информации со скоростью около 30 кадров в минуту.

