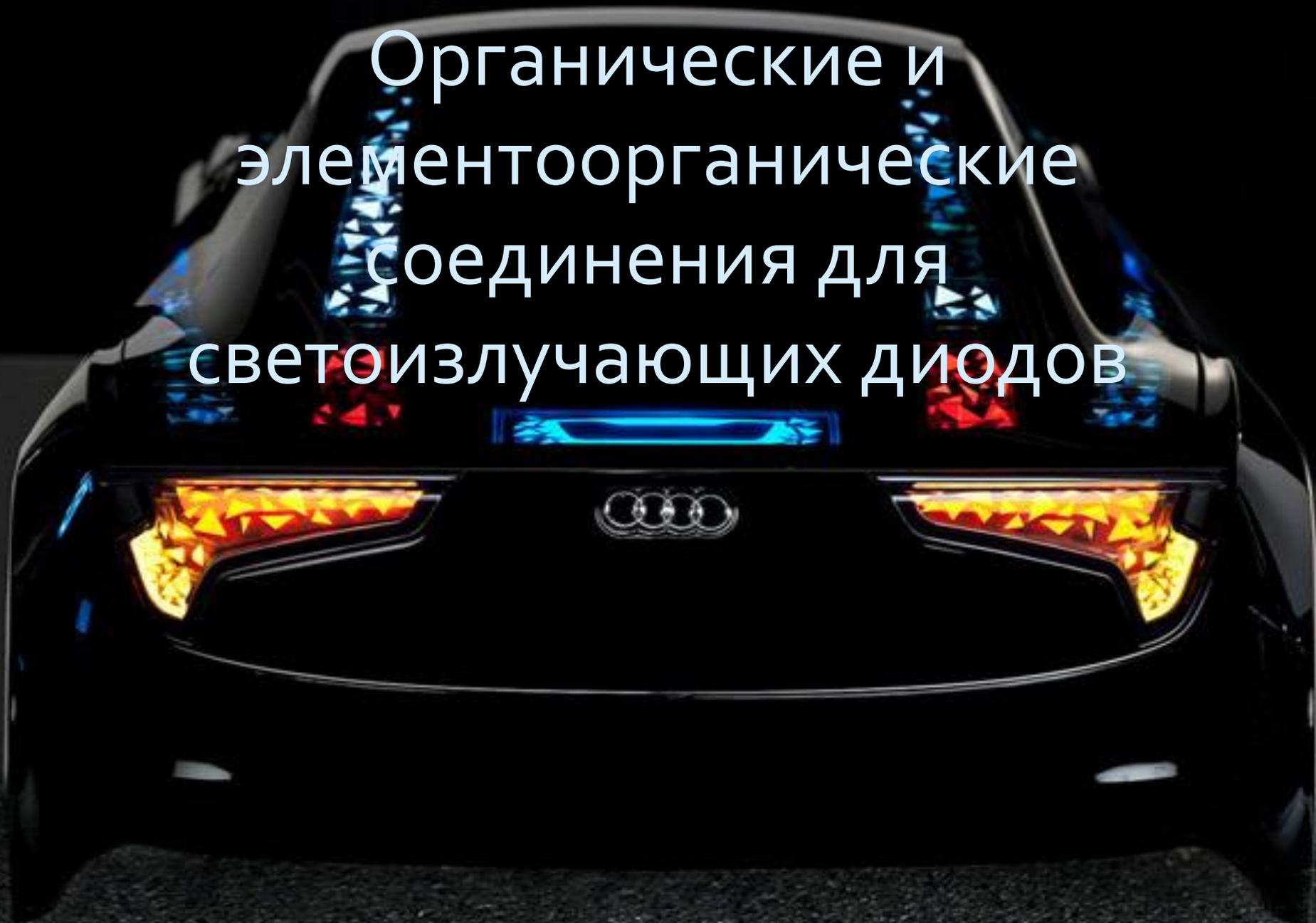
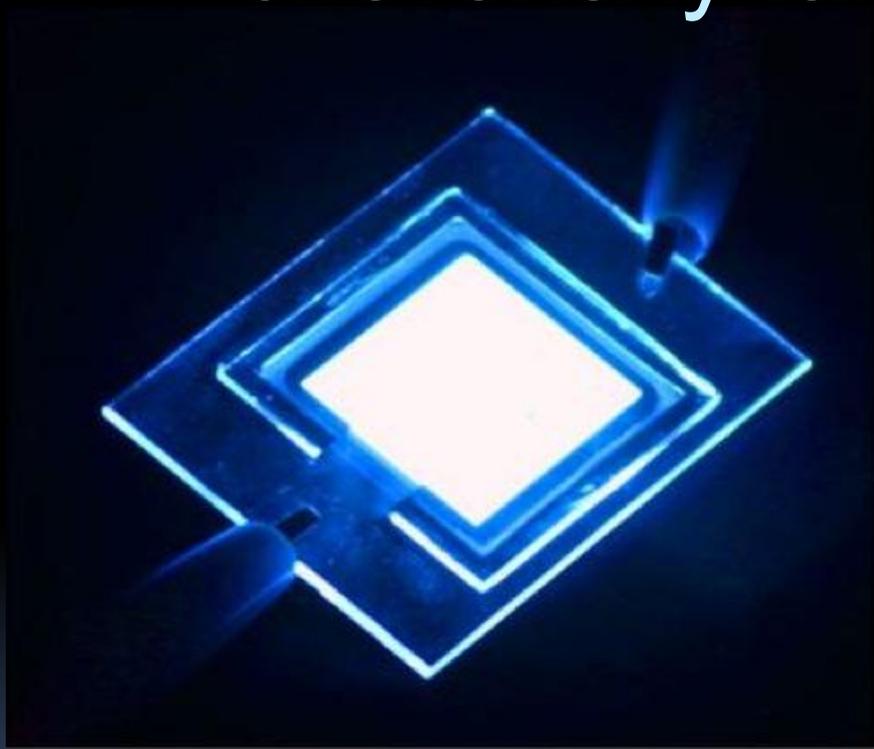


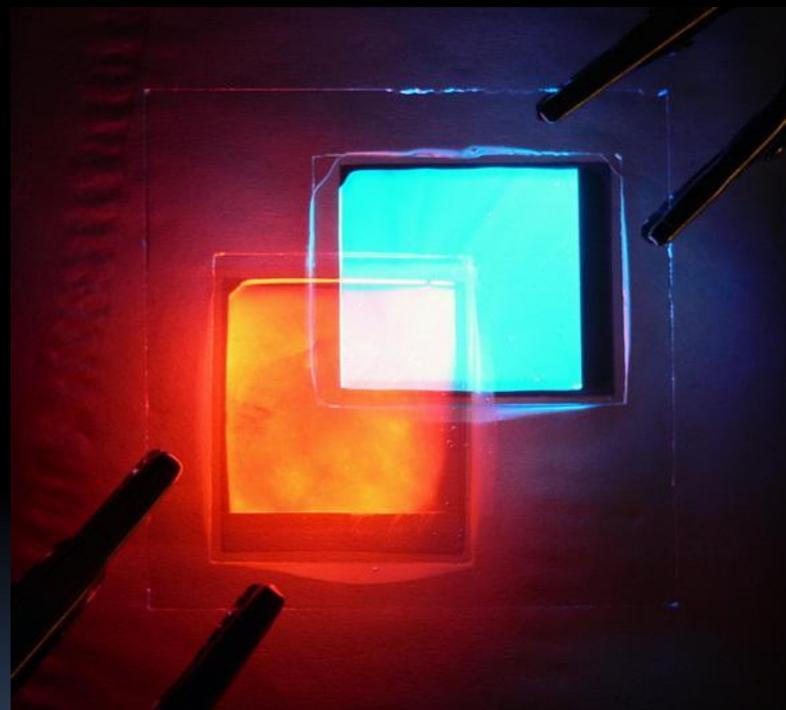
Органические и  
элементоорганические  
соединения для  
светодиодов



# OLED (Organic Light-Emitting Diodes) - органические светоизлучающие диоды



Синяя OLED ячейка



Красная и зеленая OLED ячейки

# Принцип действия

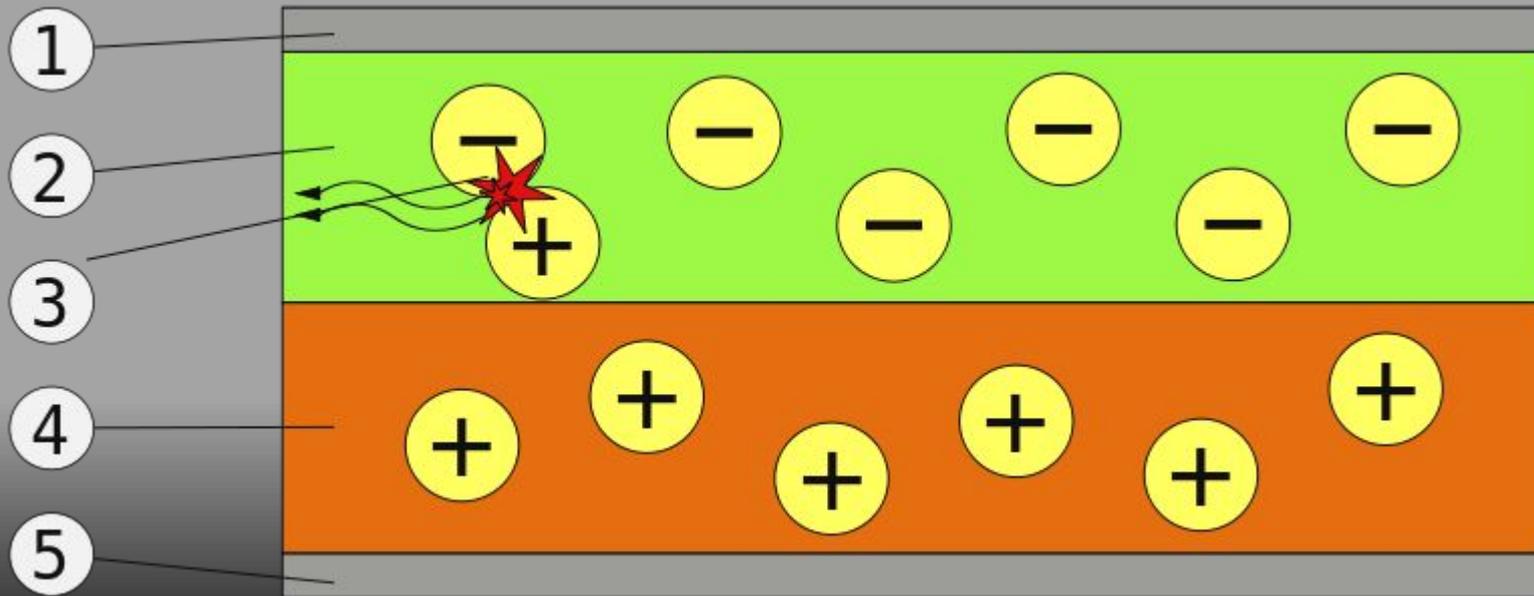
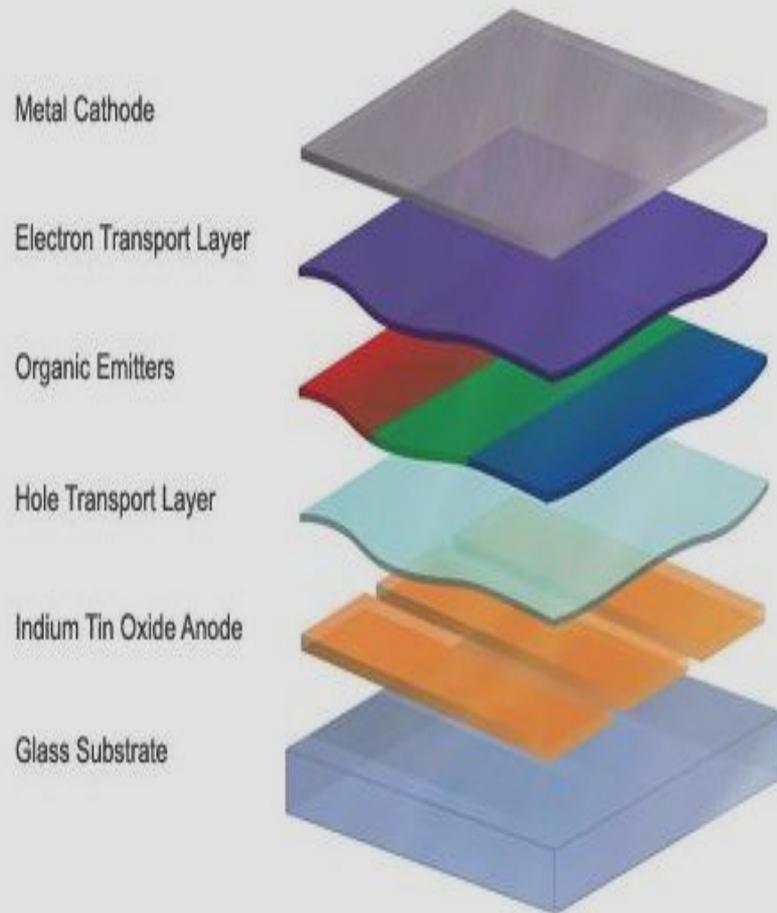
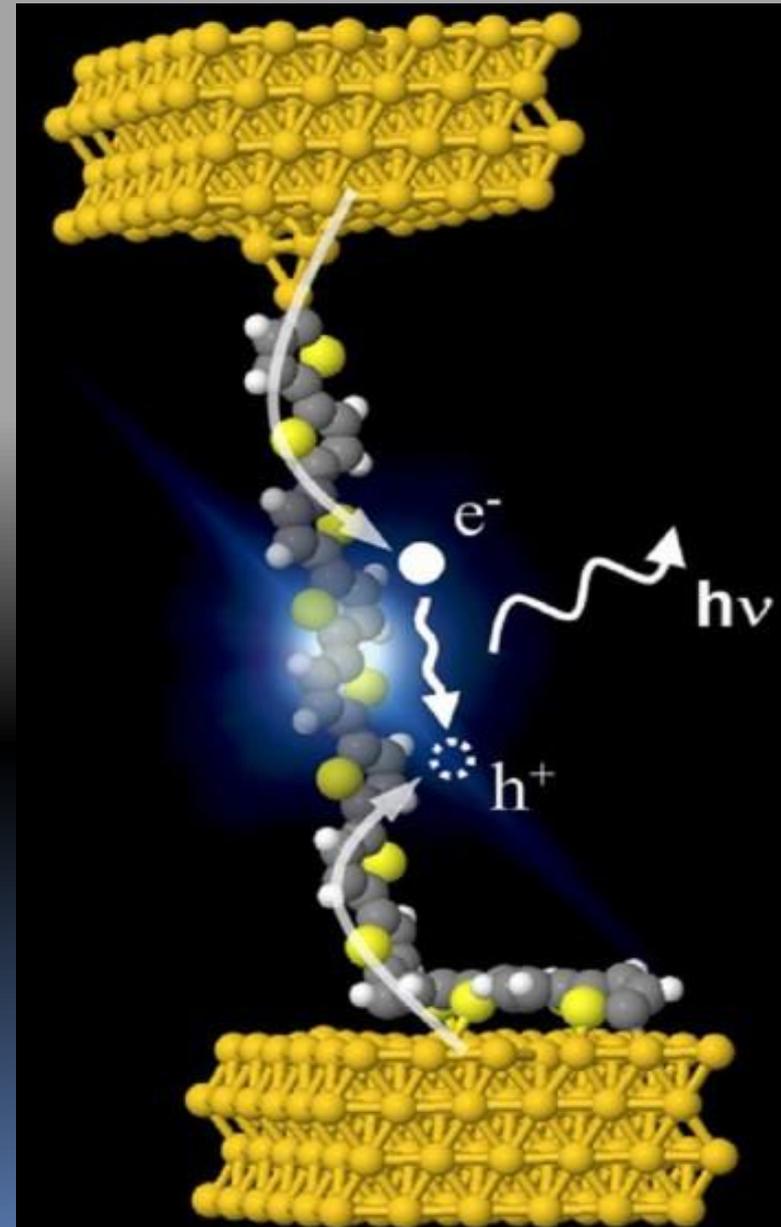


Схема 2-слойной OLED-панели: 1. Катод (-) 2. Эмиссионный слой 3. Испускаемое излучение 4. Проводящий слой 5. Анод (+).

# Принцип действия



Organic Light Emitting Diode Diagram



# Преимущества OLED:

- OLED светятся сами по себе. Яркость может превышать 100 000 кд/м<sup>2</sup>.
- В состоянии покоя OLED не излучают света вообще. Высокая контрастность 1 000 000 : 1 и «чистый» черный цвет.
- Время отклика крайне мало: у ЖК оно измеряется в миллисекундах, у OLED – в микро-. Разница на три порядка.
- OLED не нужны лампы подсветки, защитные стекла и прочее. Достаточно двух тонких пластин стекла, между которыми заключен микроскопический слой светодиодов.
- OLED тоньше ЖК, плазмы и других экранов. Сегодня серийно выпускают дисплеи толщиной 0.2 мм, но это еще не предел.
- OLED обладает более широким диапазоном рабочих температур.
- Данный тип дисплея имеет углы обзора в 180 градусов.

# Недостатки OLED:

- Главная проблема OLED - время жизни органических соединений, излучающих свет, находится в прямой зависимости от длины волны. «Красный» OLED и «зелёный» OLED могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий» OLED;
- Материалы, используемые для создания OLED, активно контактируют с водой: разбухают, окисляются и т.д. Необходима крайне надежная герметизация. Удары и падения таким экранам противопоказаны;
- В зависимости от характера картинки, отдельные элементы матрицы излучают с разной интенсивностью. Их износ не равномерен. Возможны случаи, когда в OLED будут выгорать отдельные пиксели.
- Цена. Производство OLED крайне дорого. Пока наиболее крупные цельные OLED-дисплеи имеют диагонали 40-50 дюймов.

# Типы OLED

## PMOLED (Passive Matrix OLED)



*На крышке телефона Nokia 7205 расположена пассивная матрица PMOLED.*

Контроллер последовательно передает сигнал на каждый из светодиодов.

# Типы OLED

## AMOLED (Active Matrix OLED)

*Samsung Galaxy Note 4 с активной матрицей Super AMOLED.*

Здесь каждой ячейке соответствует один управляющий транзистор, а все диоды загораются практически одновременно.



# Типы OLED

В зависимости от способа нанесения органического материала:

Микромолекулярные (Small Molecular OLED – SMOLED). Органика конденсируется на подложке из специального пара. Можно получить люминисцентный слой толщиной в одну или несколько молекул.

Полимерные (Polymer OLED – PLED) Органические соединения наносятся в жидком виде.

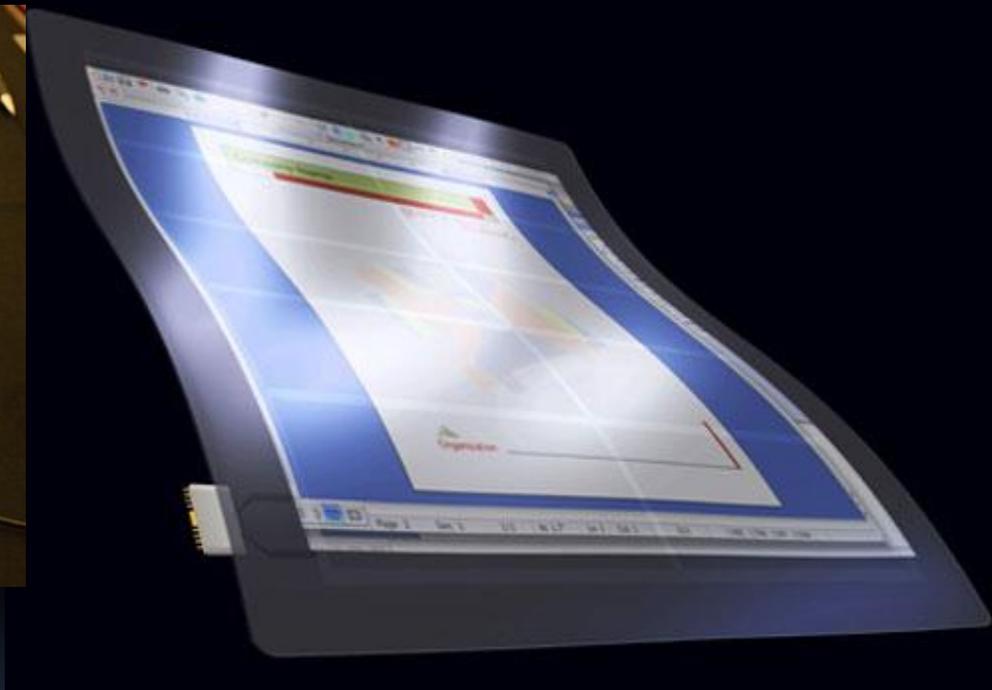
# Типы OLED

Прозрачные дисплеи – Transparent  
OLED – TOLED



# Типы OLED

Гибкие дисплеи – Flexible OLED –  
FOLED



Такой дисплей можно свернуть в трубку.

# Типы OLED

Сложенные дисплеи – Stacked OLED –  
SOLED



# Типы OLED

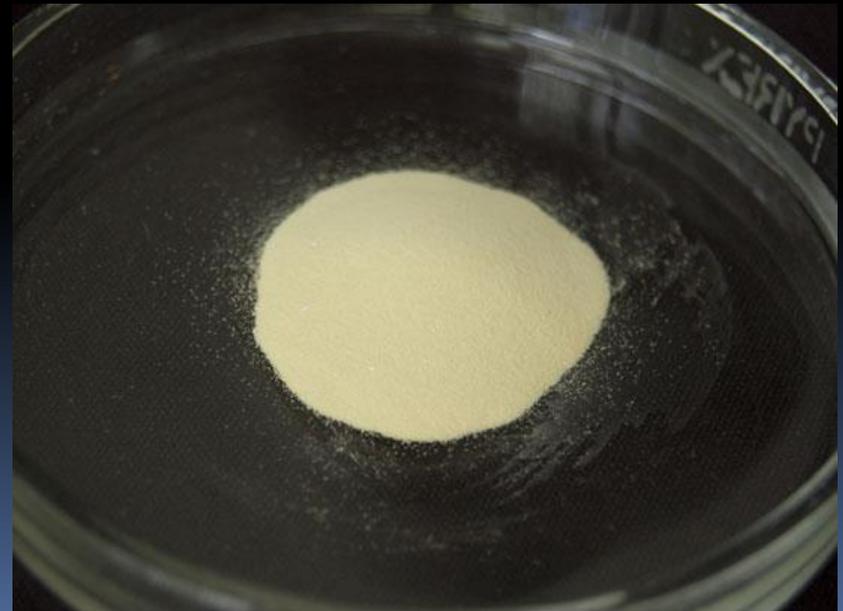
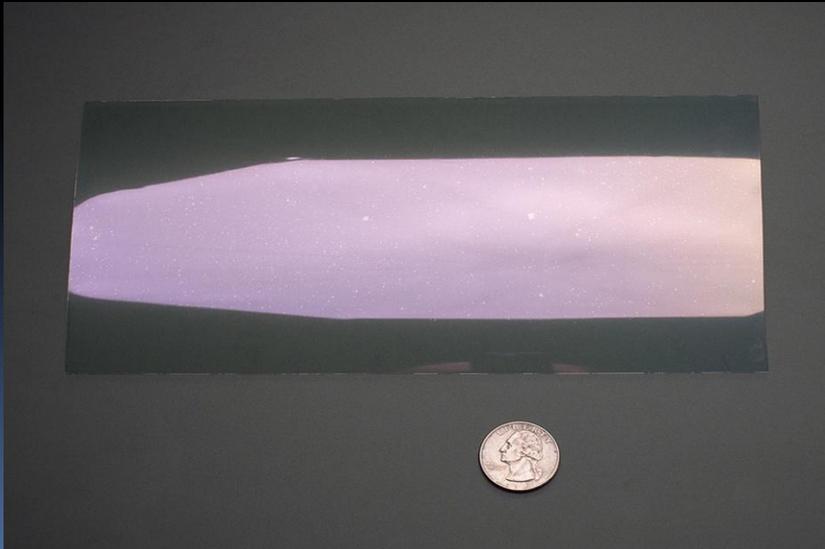
## Фосфоресцентные дисплеи – PHOLED



Применяется принцип электрофосфоресценции – постепенное излучение световой энергии при действии электрического тока.

# Основные компоненты OLED

1. ITO - Indium-tin oxide, оксид индия, легированный оксидом олова:  $(\text{In}_2\text{O}_3)_{0,9} - (\text{SnO}_2)_{0,1}$  Является полупроводником n-типа с проводимостью, сравнимой с металлической, где ионы олова служат донорами электронов.

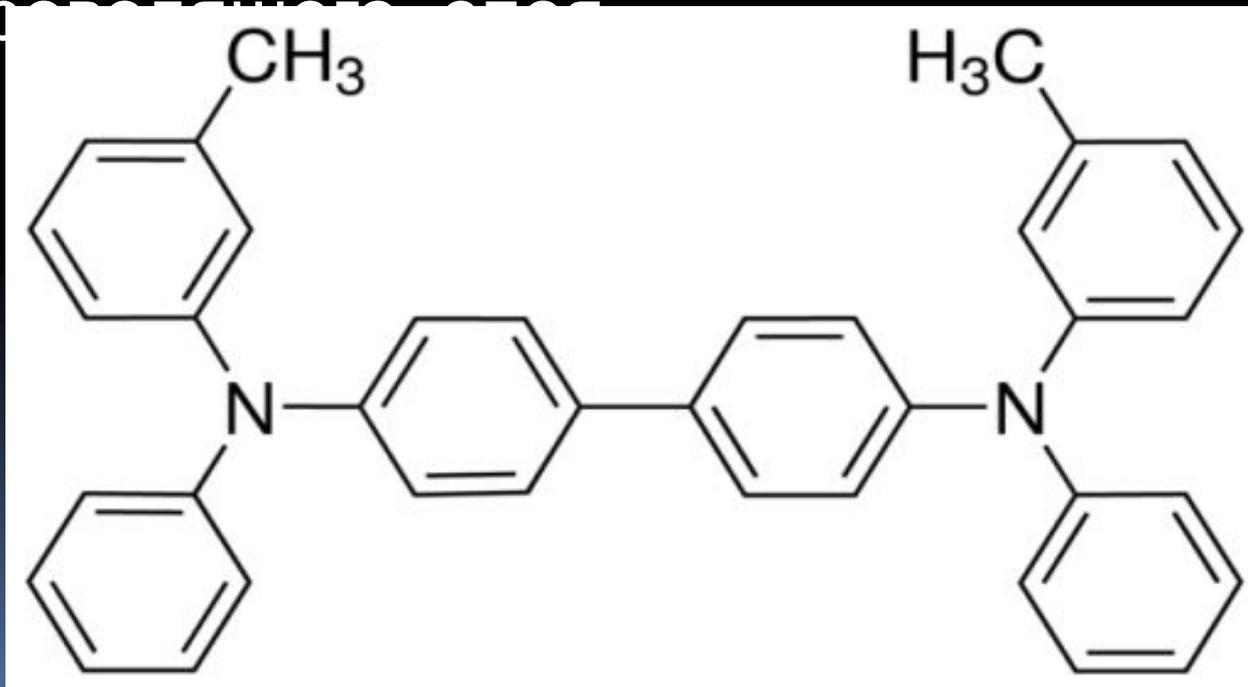


# Основные компоненты OLED

2. TPD -

*N,N'*-Bis(3-methylphenyl)-*N,N'*-diphenyl benzidine  $[-C_6H_4-4-N(C_6H_4CH_3)C_6H_5]_2$

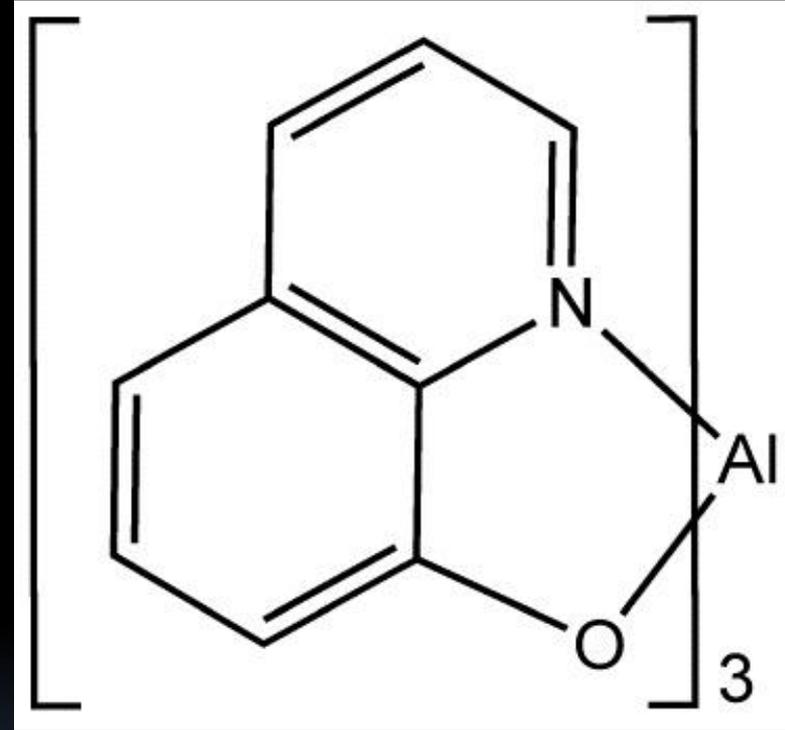
Выступает в качестве транспортной молекулы для пр



# Основные компоненты OLED

3.  $Alq_3$  -  
Tris(8-hydroxyquinolato)  
aluminium  $Al(C_9H_6NO)_3$   
- стандартный  
электролюминофор.

Это координационный  
комплекс, в котором алюминий  
связан бидентатным образом,  
сопряженный с тремя  
лигандами 8-оксихинолина.  
Является эмиссионным слоем  
для транспортировки  
электронов от катода к аноду.



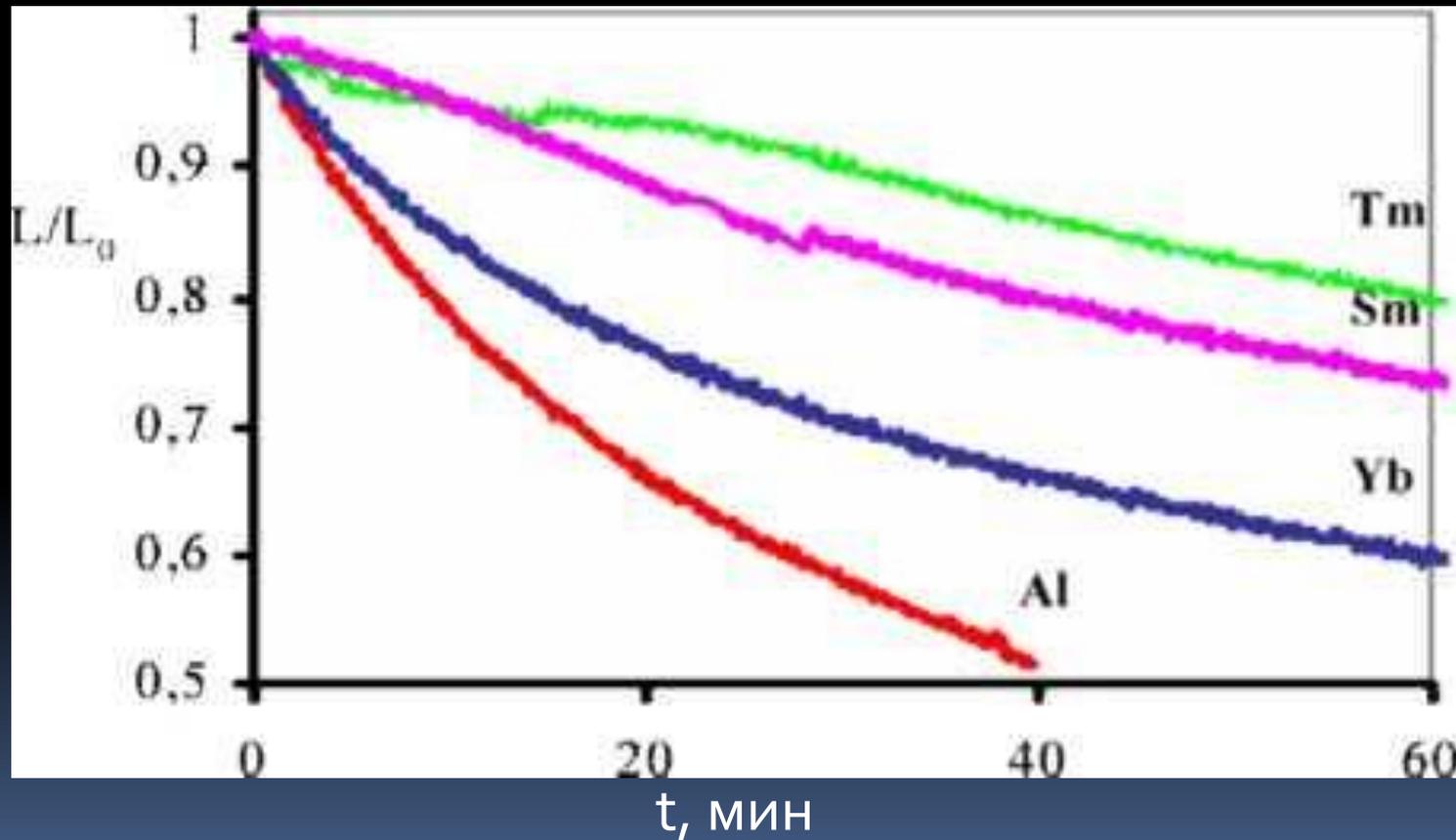
# Катодные материалы на основе лантаноидов

Рабочие характеристики OLED ITO/TPD/Alq<sub>3</sub>/M.  
M = Al, Sm, Tm, Yb, Eu:Yb, Tm:Yb.

Катод	Al	Sm	Tm	Yb	Eu:Yb	Tm:Yb
Напряжение включения, В	5,8	5,7	4,5	4,8	4,6	3,8
Рабочее напряжение при яркости 150 кд/м <sup>2</sup> ), В	10,2	9	5,4	6,2	5,5	4,5
Эффективность по мощности, лм/Вт	0,11	0,14	2,9	1,37	2,17	3,48
Работа выхода электрона, эВ	4,3	2,7	3,12	2,6	2,5 (Eu)	2,6 (Yb)

# Катодные материалы на основе лантаноидов

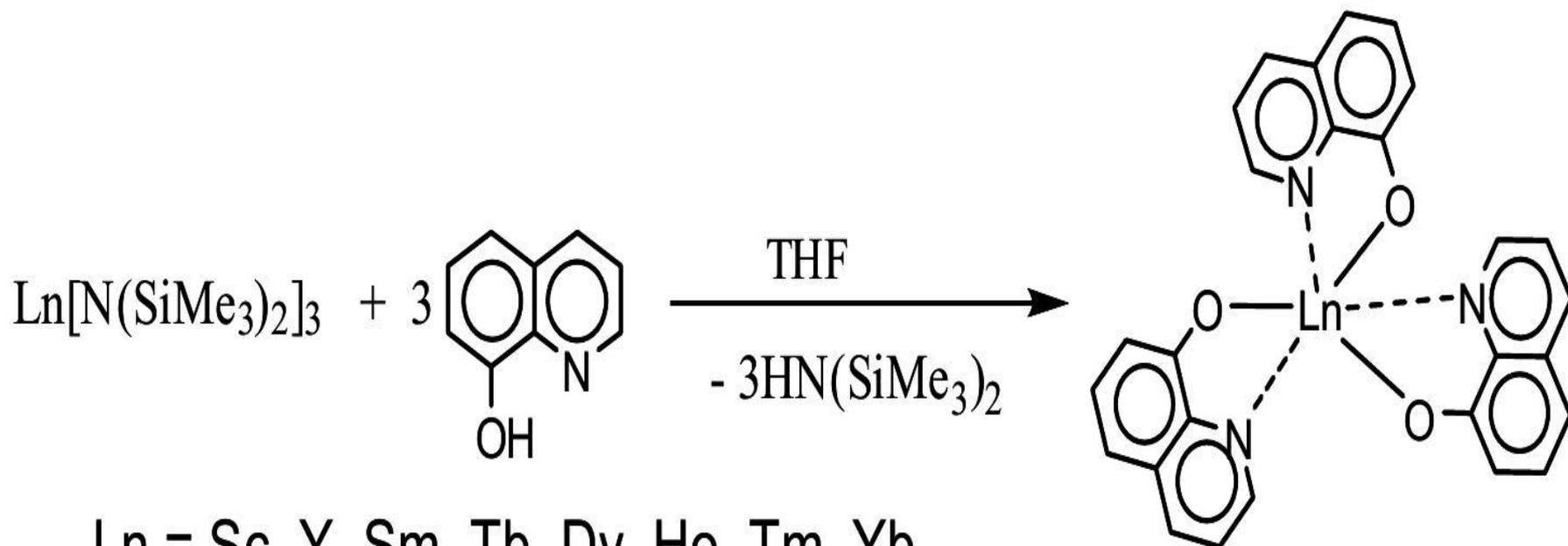
Потеря яркости со временем для OLED  
ITO/TPD/Alq<sub>3</sub>/M (M = Al, Yb, Tm, Sm). L<sub>0</sub> = 200 кд/м<sup>2</sup>.



# Эмиссионные материалы на основе координационных соединений редкоземельных металлов

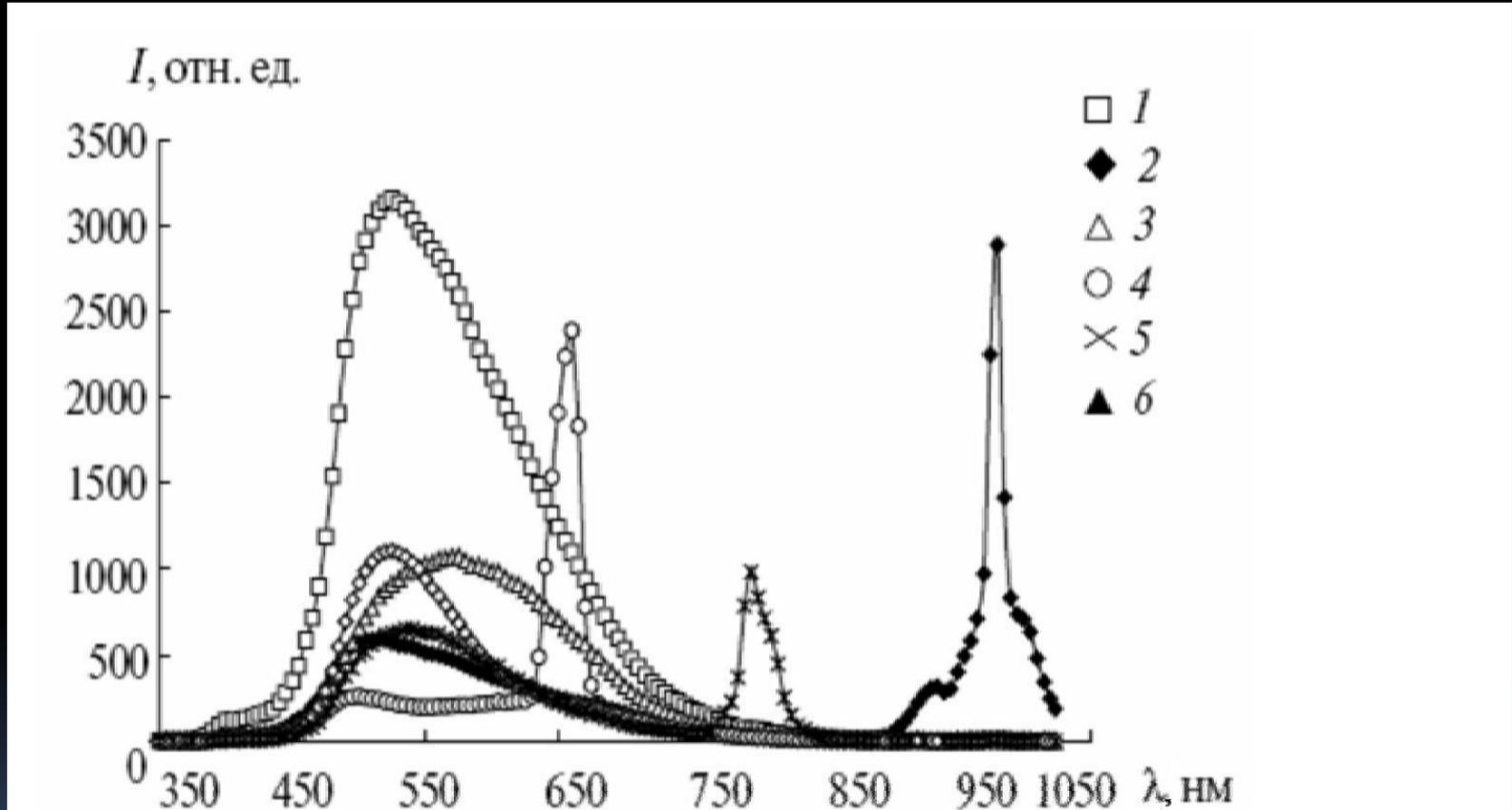
## 8-Оксихинолиновые комплексы.

### Получение:



$\text{Ln} = \text{Sc, Y, Sm, Tb, Dy, Ho, Tm, Yb}$

# 8-Оксихинолиновые КОМПЛЕКСЫ



Электронные спектры устройств ITO/TPD/Lnq3/Yb при 12 В. Ln = Dy (1), Yb (2), Sm (3), Ho(4), Tm (5), Tb (6).

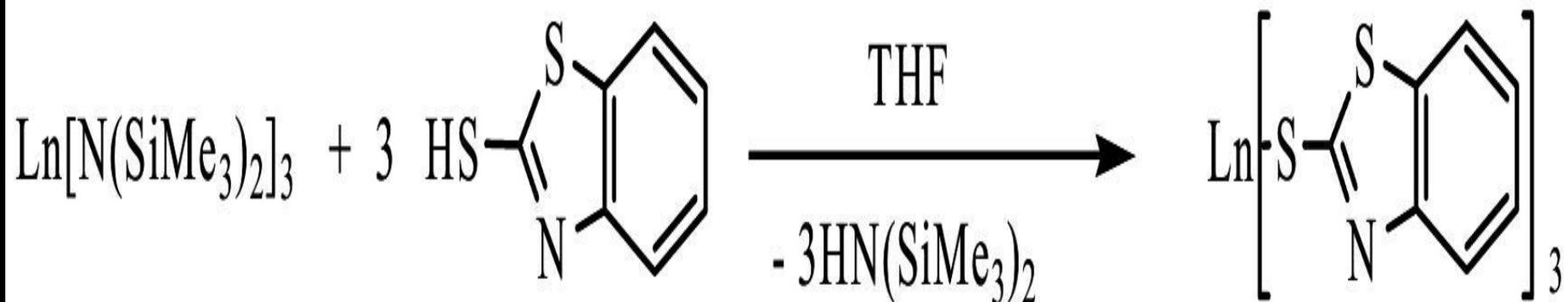
# 8 - Оксихинолиновые КОМПЛЕКСЫ

Значения эффективности по току, по мощности, рабочее напряжение OLED на основе  $Scq_3$ ,  $Yq_3$  и  $Alq_3$  при яркости  $300 \text{ кд/м}^2$ .

	η <sub>т</sub> (лм/Вт)	η <sub>п</sub> (лм/Вт)	U <sub>р</sub> (В)
$Alq_3$	2.7	1.2	6.8
$Scq_3$	4.6	2.6	5.5
$Yq_3$	2.5	1.1	6.9

# 2-Меркаптобензотиазольные КОМПЛЕКСЫ

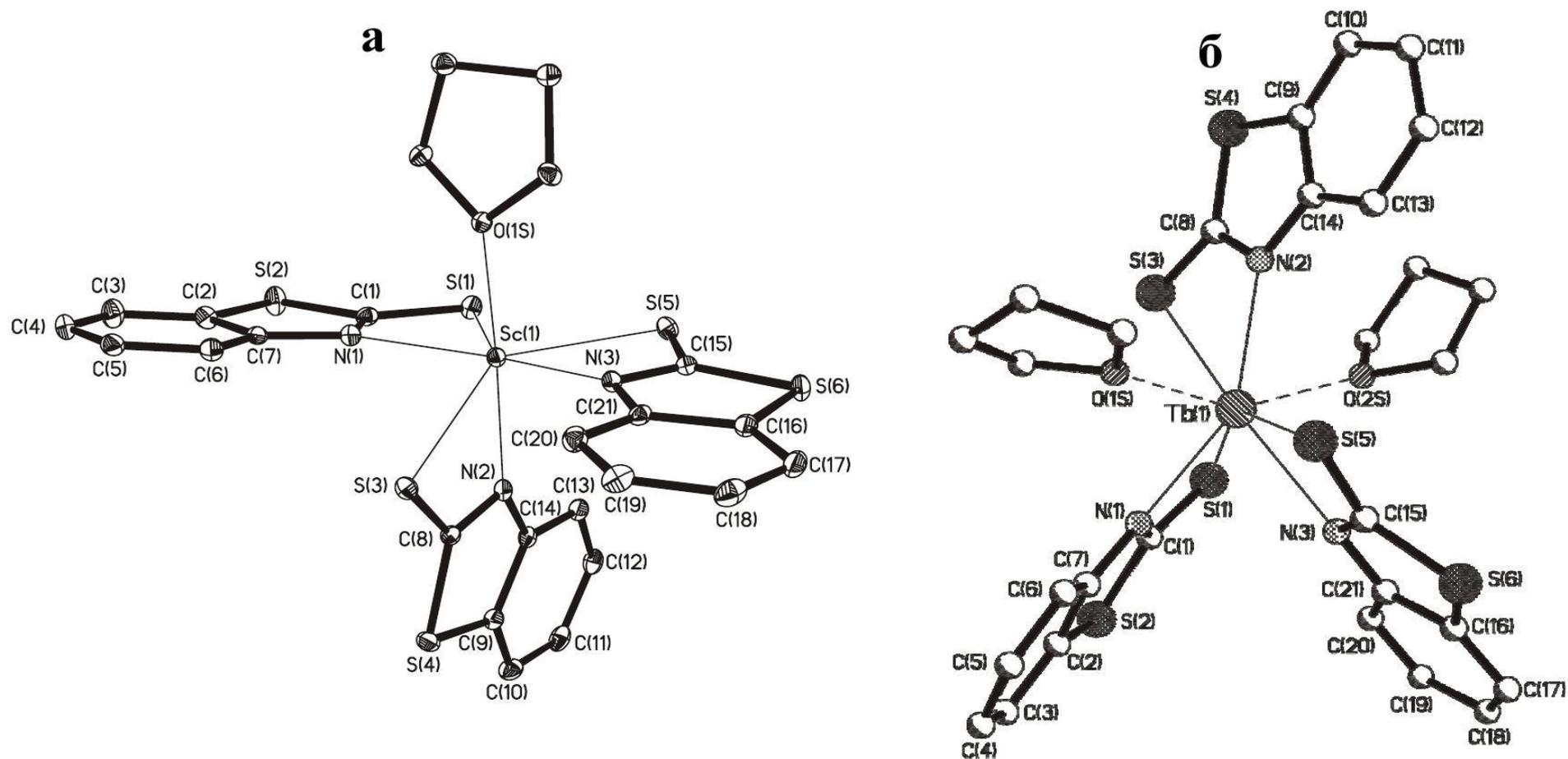
Получение:



$\text{Ln} = \text{Sc}, \text{Y}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Tm}$

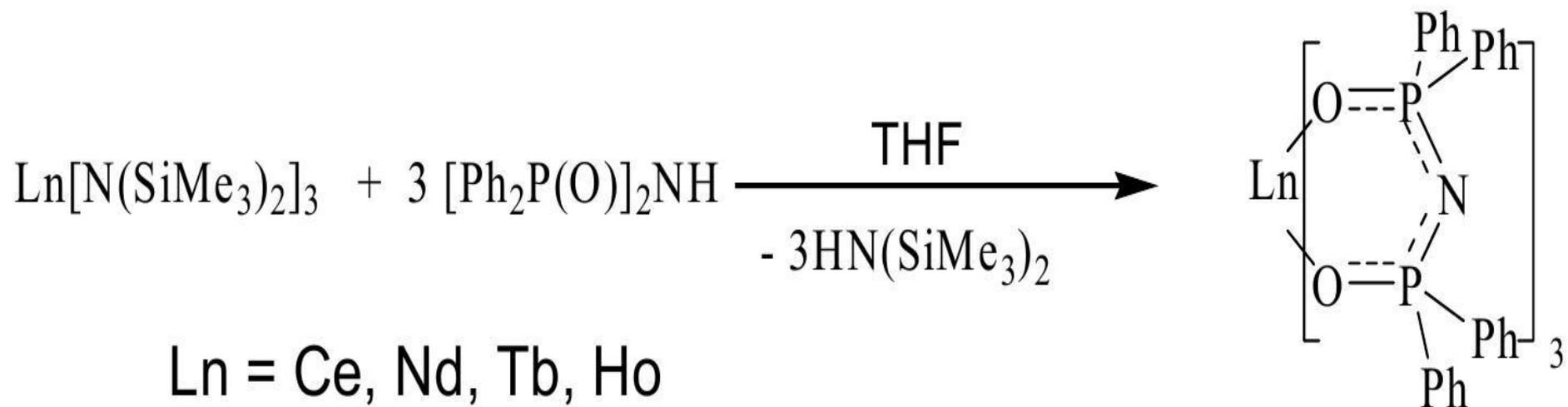
# 2-Меркаптобензотиазольные КОМПЛЕКСЫ

Молекулярная структура  $[\text{Sc}(\text{mbt})_3(\text{THF})](\text{THF})$  (а) и  $[\text{Tb}(\text{mbt})_3(\text{THF})_2](\text{THF})$  (б).



# Имидодифосфинатные КОМПЛЕКСЫ

Получение:





# Заключение

- Сегодня основными производителями OLED являются Samsung, LG, Sony, DuPont, Anwell, Chi Mei Corporation. В 2009 году в мире было продано 22.2 миллиона мобильных OLED-дисплеев;
- OLED является наиболее перспективной технологией для построения трехмерной картинки;



A close-up photograph of a car's headlight, which is illuminated with a bright yellow and orange glow. The headlight is set within a dark, sleek car body. The background is blurred, showing some blue and white lights. Overlaid on the image is the text "Спасибо за внимание!" in a colorful, multi-colored font. The word "С" is red, "п" is green, "а" is blue, "с" is yellow, "и" is light blue, "б" is yellow, "о" is light blue, " з" is light blue, "а" is light blue, " в" is yellow, "н" is pink, "и" is yellow, "м" is light blue, "а" is yellow, "н" is yellow, "и" is yellow, "е!" is teal.

Спасибо за  
внимание!