

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЦЕНТР ФОТОХИМИИ



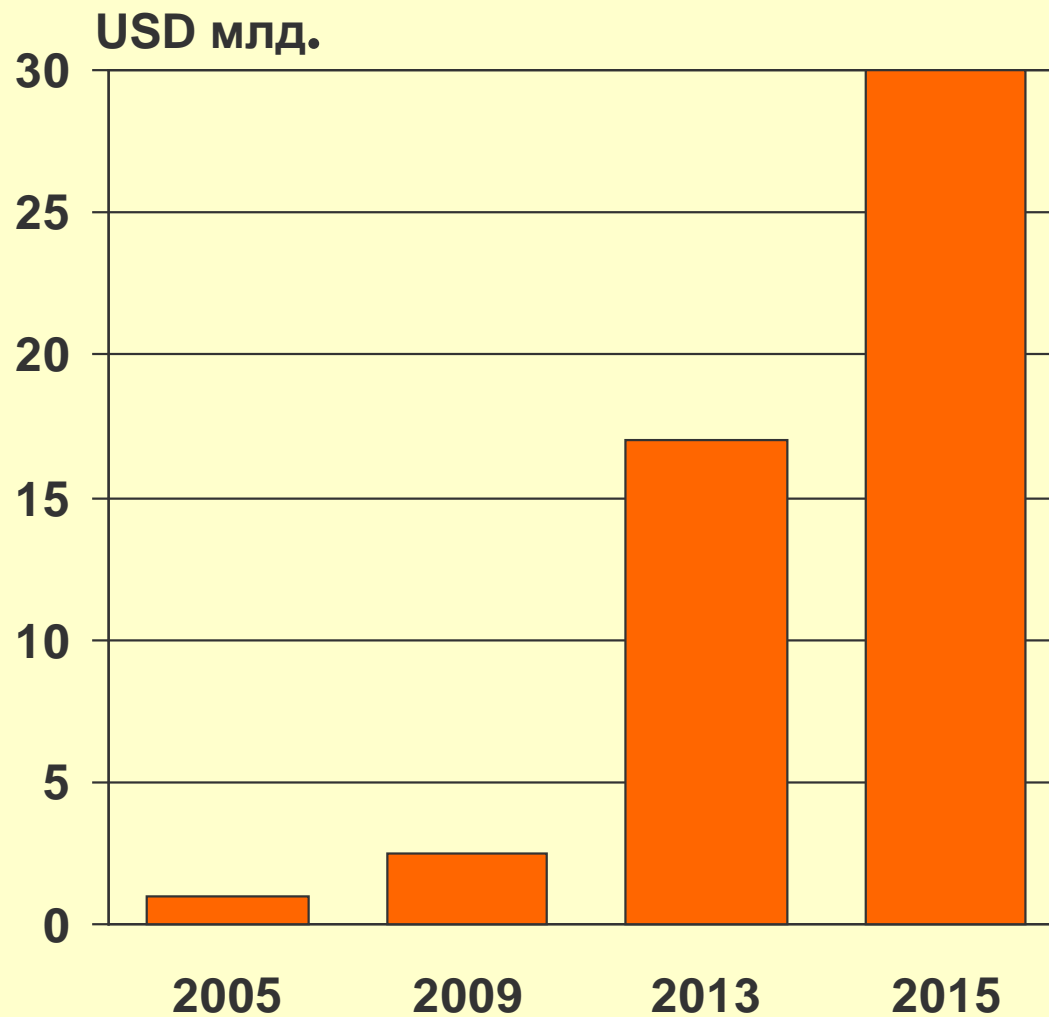
Нанотехнология органических светочувствительных материалов

чл.-корр. РАН С. П. Громов,
чл.-корр. РАН А. К. Чибисов

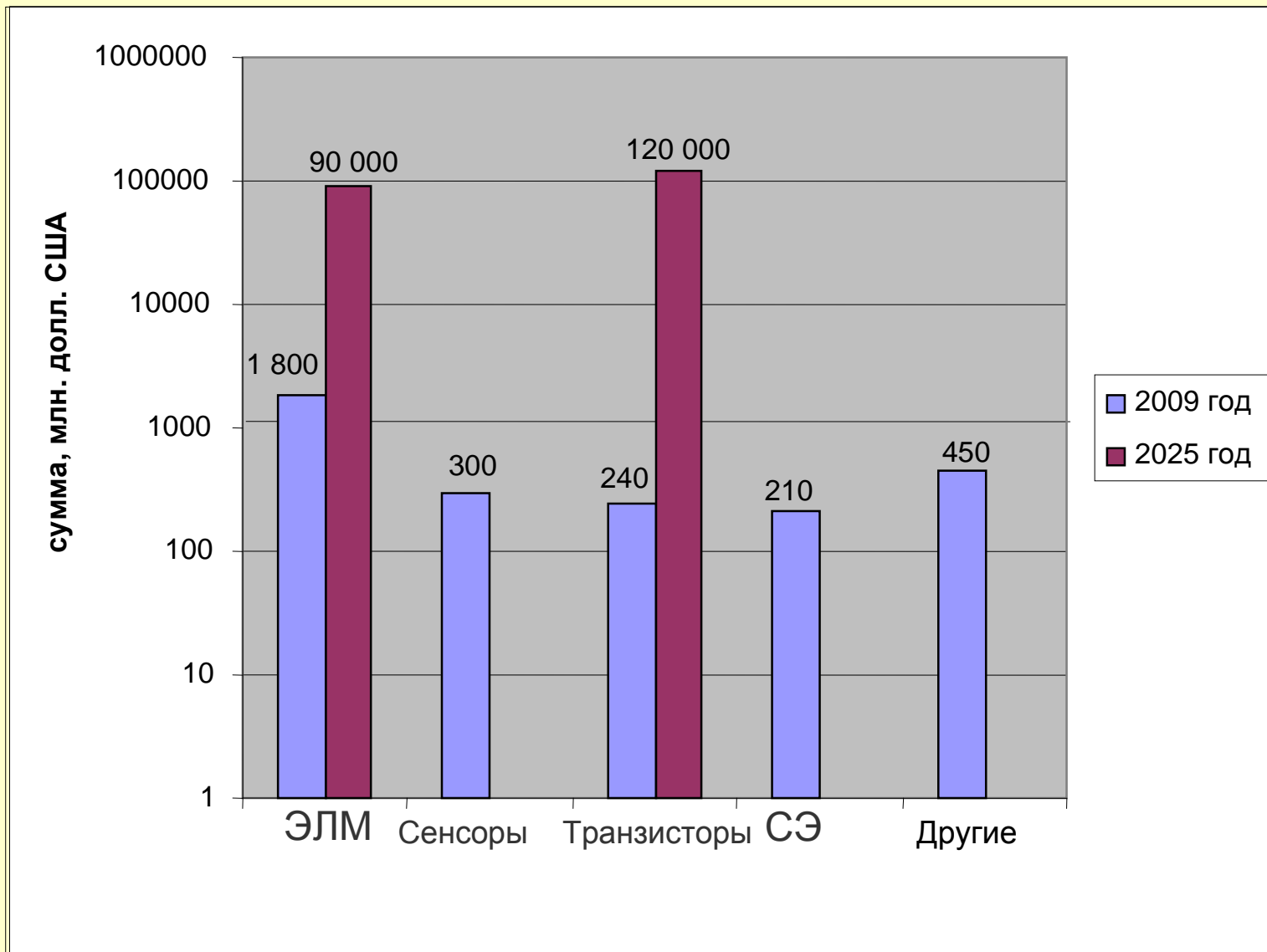
Нанотехнология органических светочувствительных материалов (органическая нанофотоника)

- органические электролюминесцентные материалы и устройства (светодиоды и дисплеи);*
- органические оптические сенсоры в том числе интегрированные (контроль окружающей среды, техносферы, состояния здоровья и др.);*
- фотовольтаические устройства (фотодетекторы, органические солнечные батареи);*
- оптические запоминающие устройства (оптические диски), нелинейные оптические среды, фотонные кристаллы.*

Прогноз рынка органической наноэлектроники



Структура рынка органической наноэлектроники



Органическая электроника: резюме

Почему “Органическая”?

- малый вес
- гибкость и пластичность
- низкая стоимость
- большие площади
- производство с использованием печатных технологий
- широкий спектр контролируемых свойств

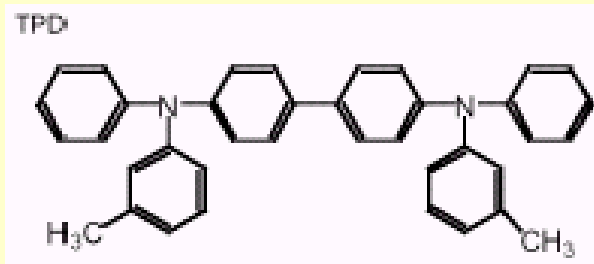
Недостатки

- Низкая стабильность во внешней среде
- требует инкапсуляции
- низкая эффективность (малые подвижности носителей зарядов)

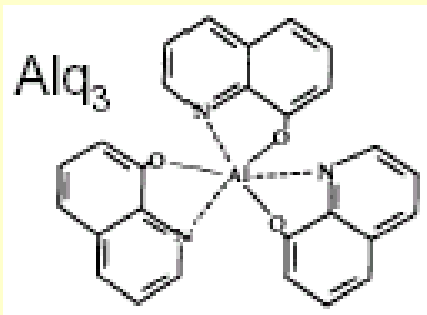
***Органические электролюминесцентные
материалы и устройства
(светодиоды и дисплеи)***

Принцип работы органических светоизлучающих диодов

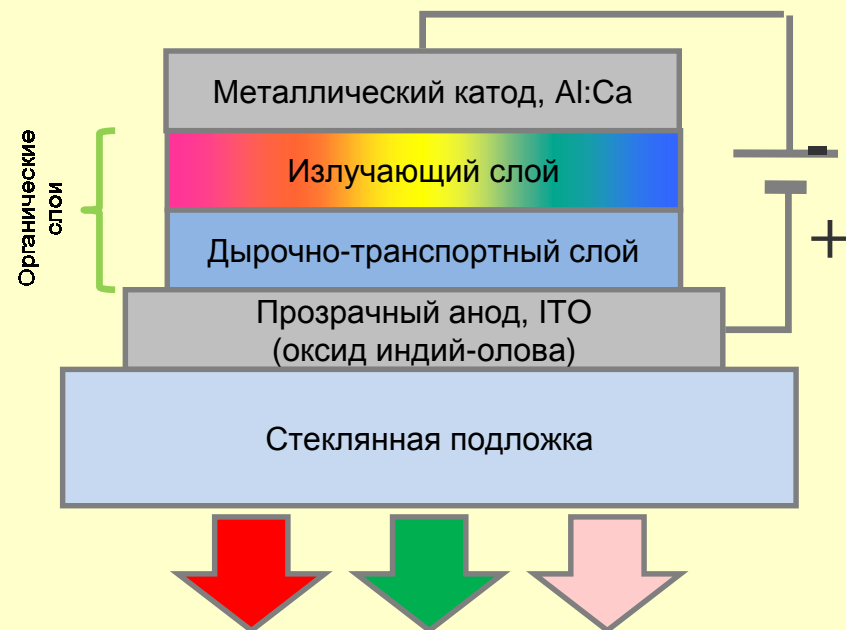
Органический дырочно-транспортный слой TPD



Органический излучающий электролюминесцентный слой

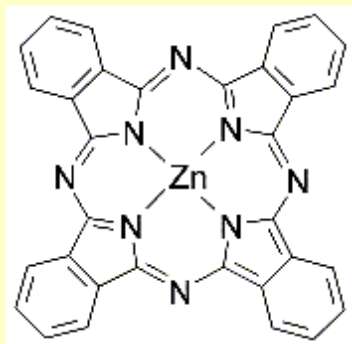


Alq₃ (зеленый)

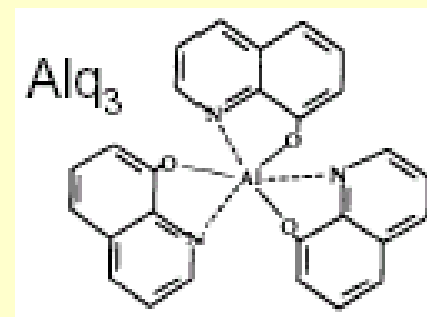
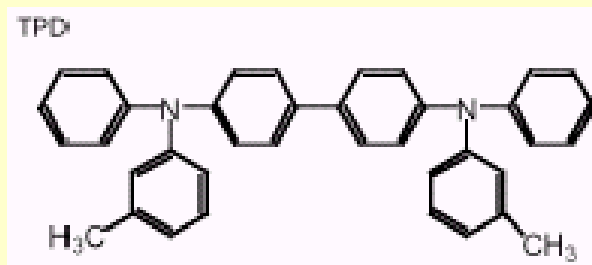


Органические соединения

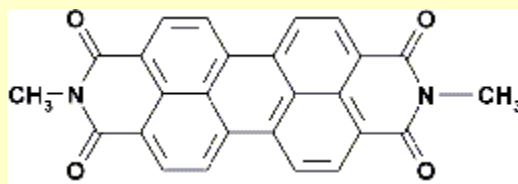
“p-типа”



ZnPc



“n-типа”



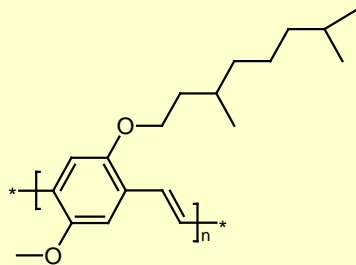
Me-Ptcdi



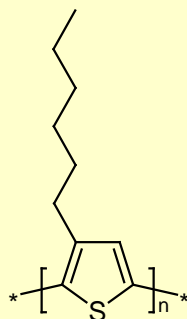
C₆₀

Сопряженные полимеры

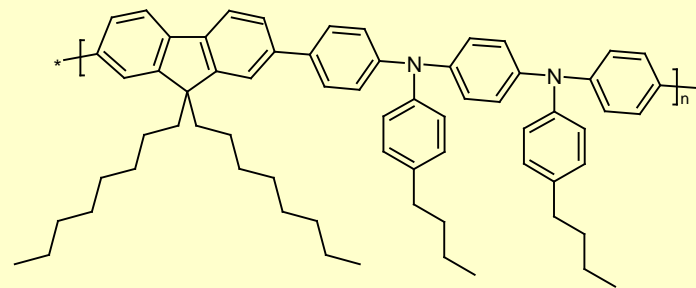
сопряженные полимеры "p-типа"



MDMO-PPV

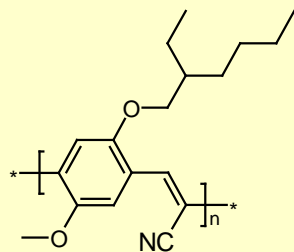


P3HT

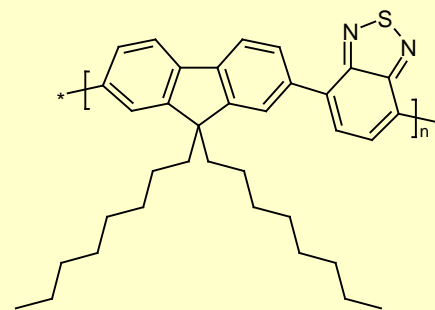


PFB

сопряженные полимеры "n-типа"

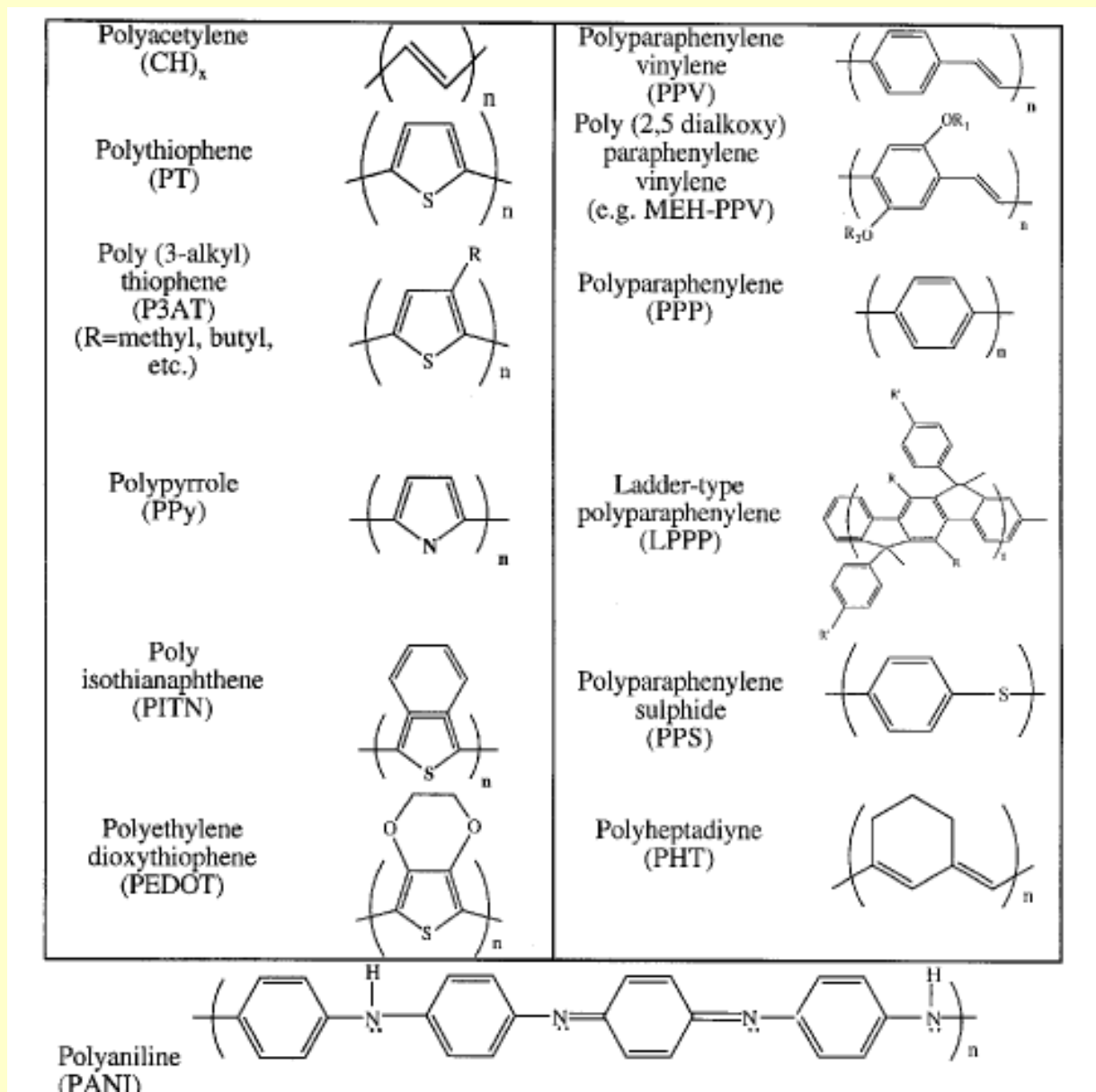


CN-MEH-PPV



F8BT

Сопряженные полимеры в качестве полупроводников



Дисплеи на основе ОСИД

монохроматические



полноцветные



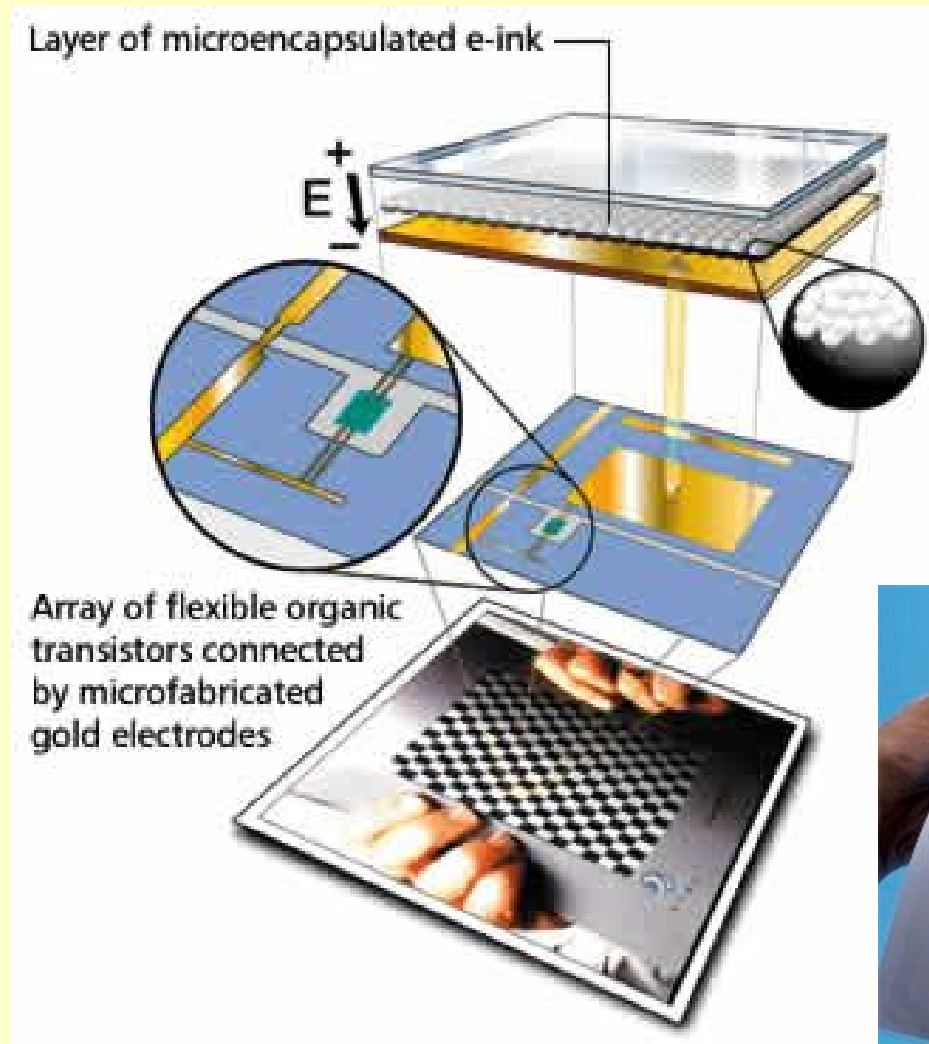
Преимущества по сравнению с ЖК-дисплеями

- Полноцветность (24 бит)
- Высокий контраст (3000:1)
- Широкий угол обзора (170 °С)
- Меньшее энергопотребление
- Улучшенное быстродействие
- Менее сложная архитектура
- Малая цена, тонкие устройства

Продукция с ОСИД дисплеями



Электронная бумага !



Производство электроники с гибкими дисплеями

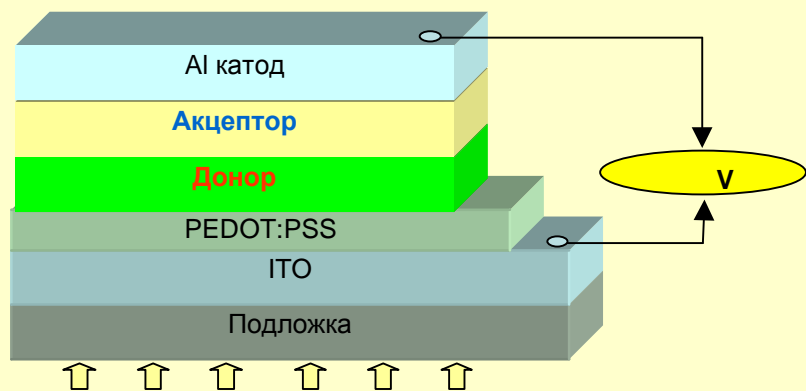


Осветительные системы на основе ОСИД

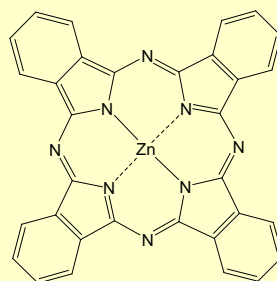


Органические фотодетекторы

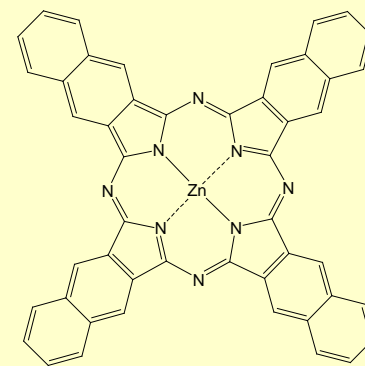
Принцип работы фотодетекторов



Электронодонорные материалы

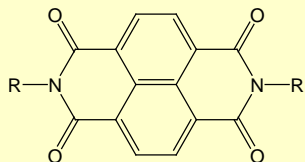


ZnPc

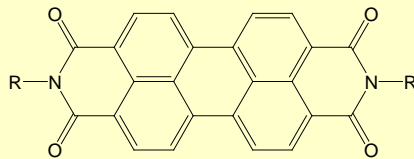


ZnNc

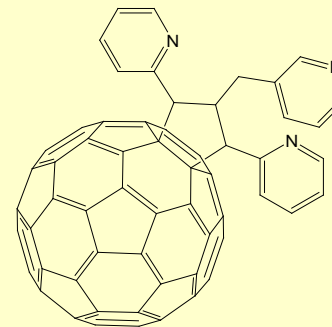
Электроноакцепторные материалы (разработки ИПХФ РАН)



NDI



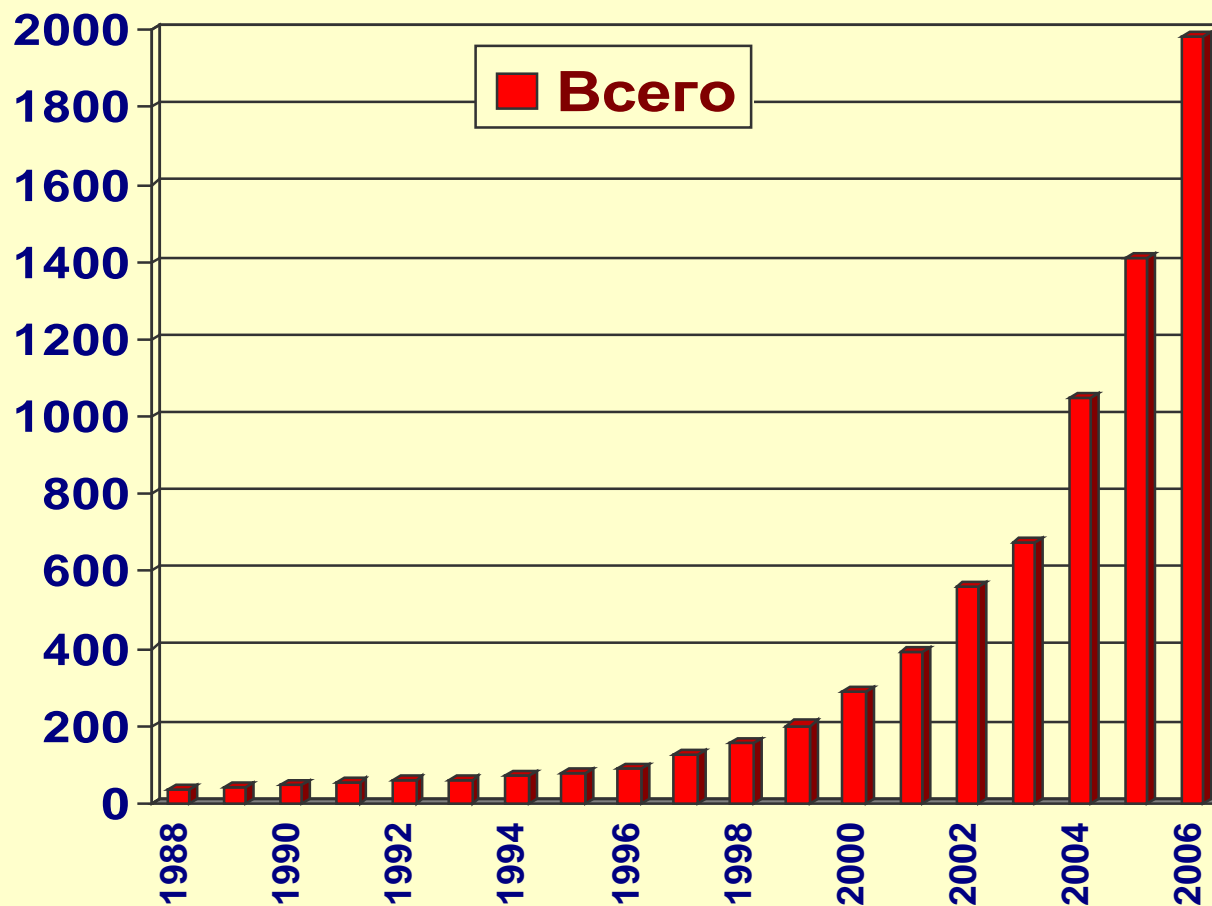
PDI



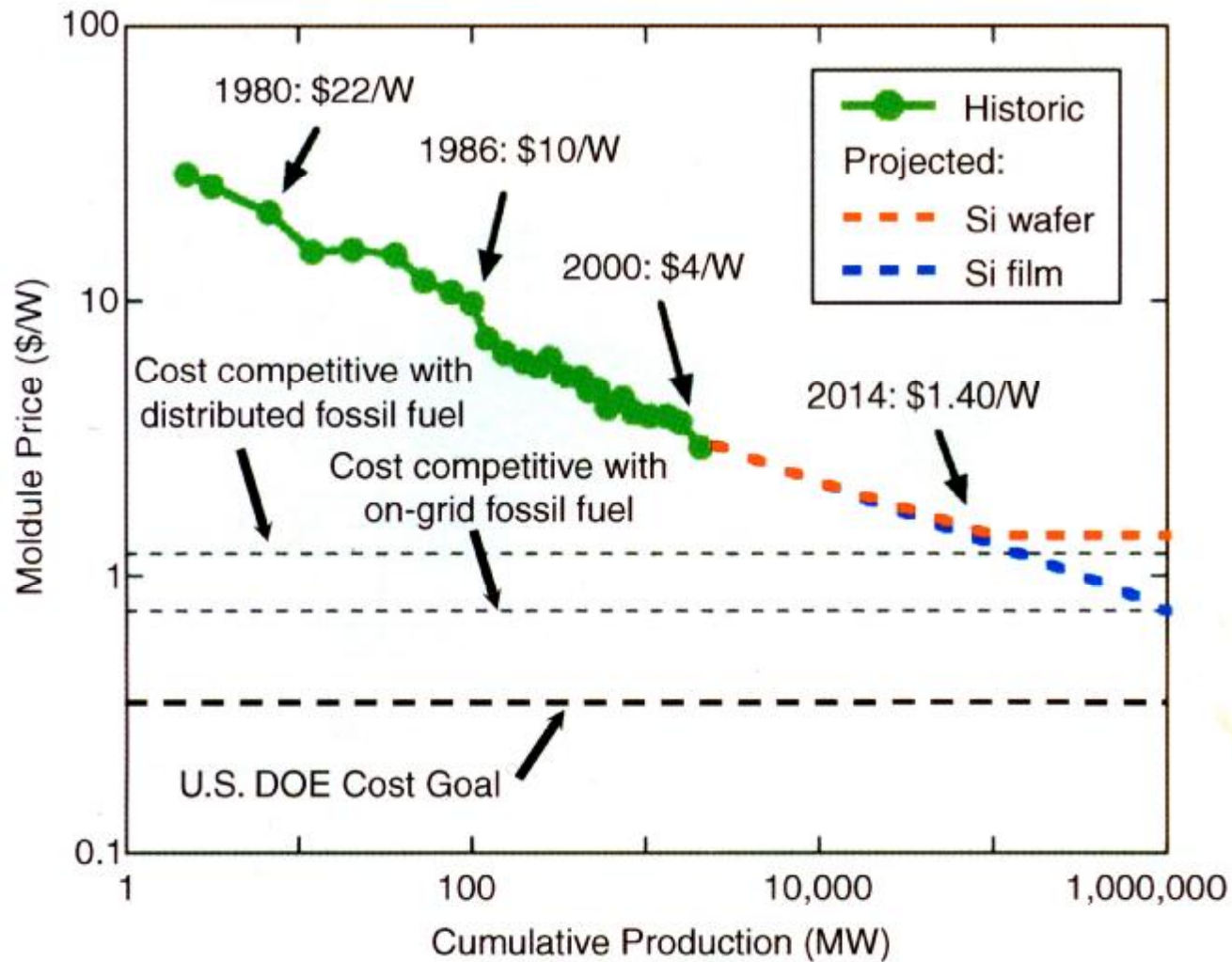
PyF

Органические солнечные батареи

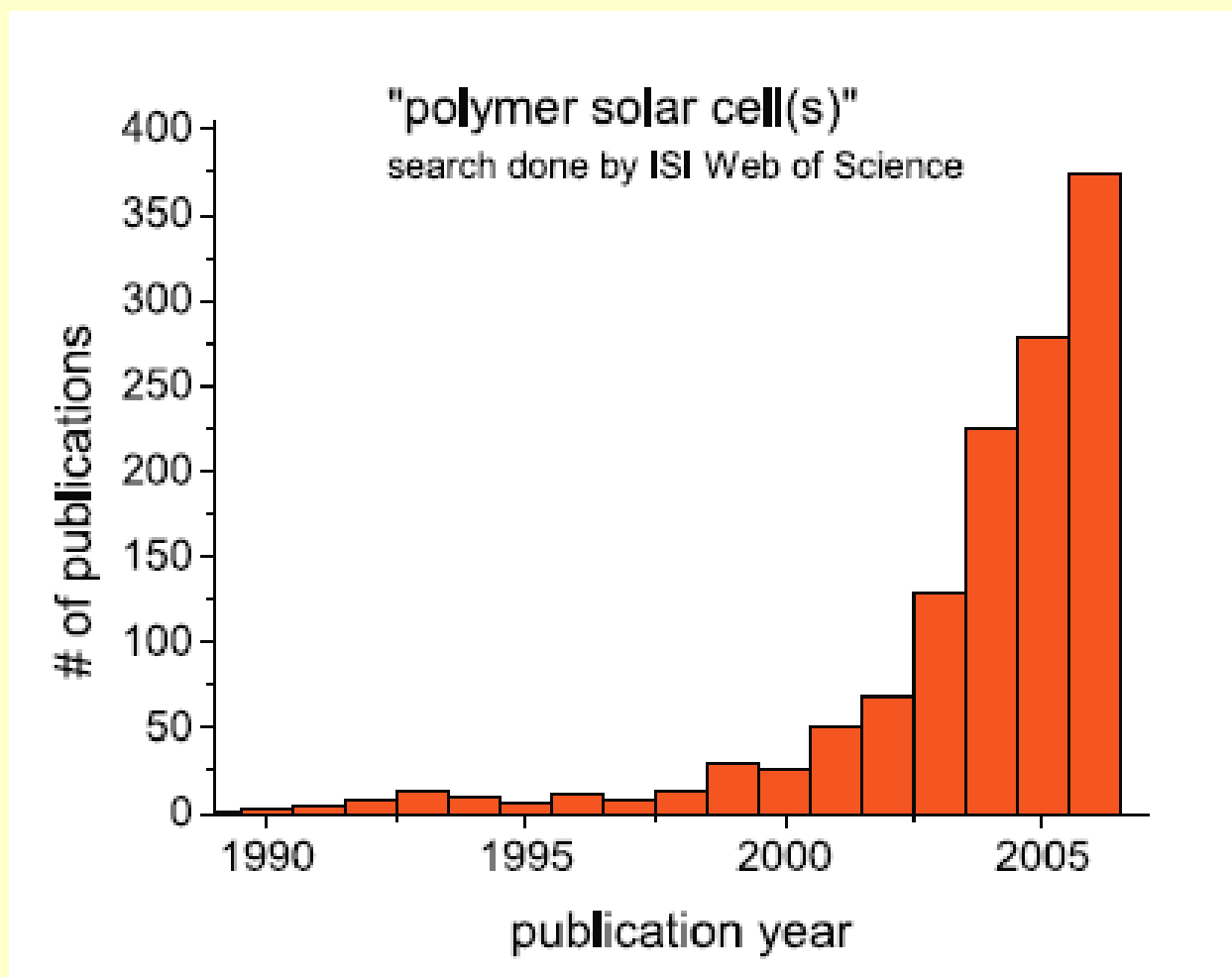
*Производство солнечных батарей (МВт),
общий объем потребления и коммерческого использования*



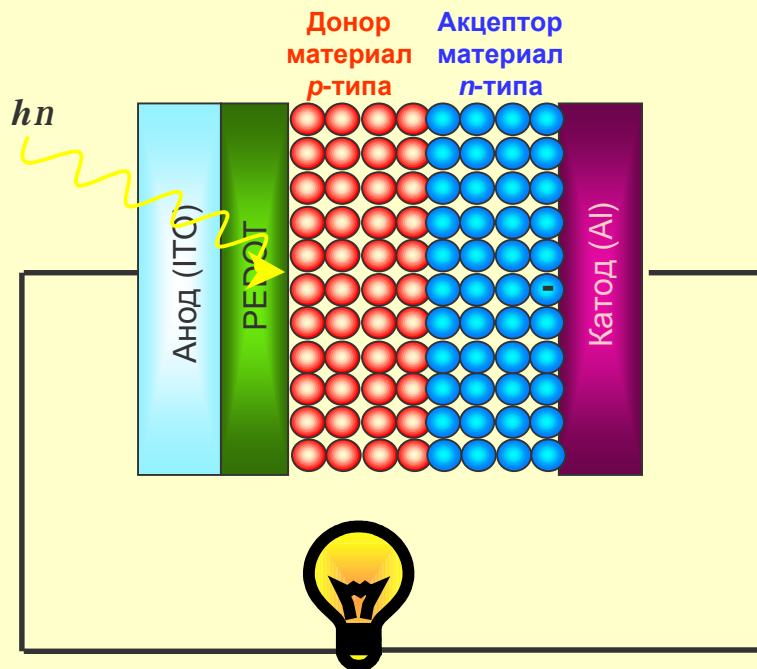
Конкурентоспособность кремниевых солнечных батарей



Рост числа публикаций по органическим солнечным батареям



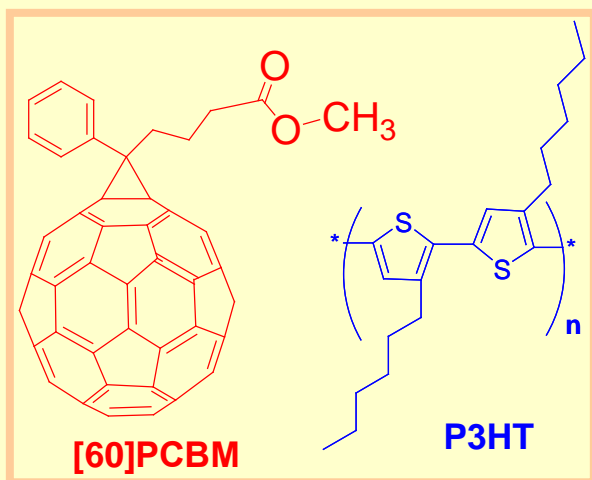
Принцип работы органических солнечных батарей



Результаты для различных комбинаций материалов

Система	η , %
Соединения фуллерена - полимер	5.2
Фуллерен C_{60} - малые молекулы	3.8
Полимер - полимер	1.8
Полимер - наночастицы (CdS)	2.6
Полимер - нанотрубки	0.22

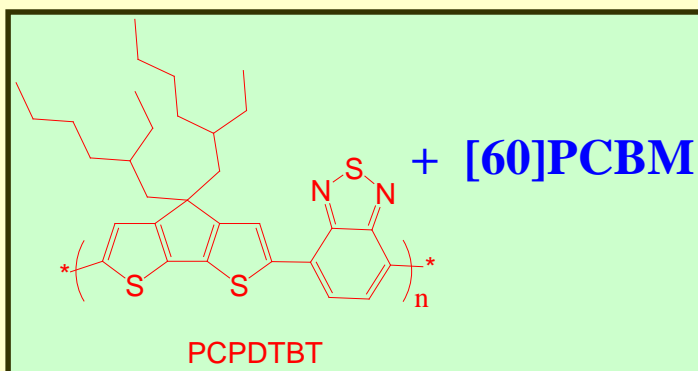
Система P3HT-[60]PCBM



$h \sim 5.0\%$

$h = 3.5 - 4.0\%$

Тандемные батареи



P3HT+
[70]PCBM

$h = 6.5\%$

Органические оптические сенсоры

Органические оптические сенсоры

Потенциальные области применения:

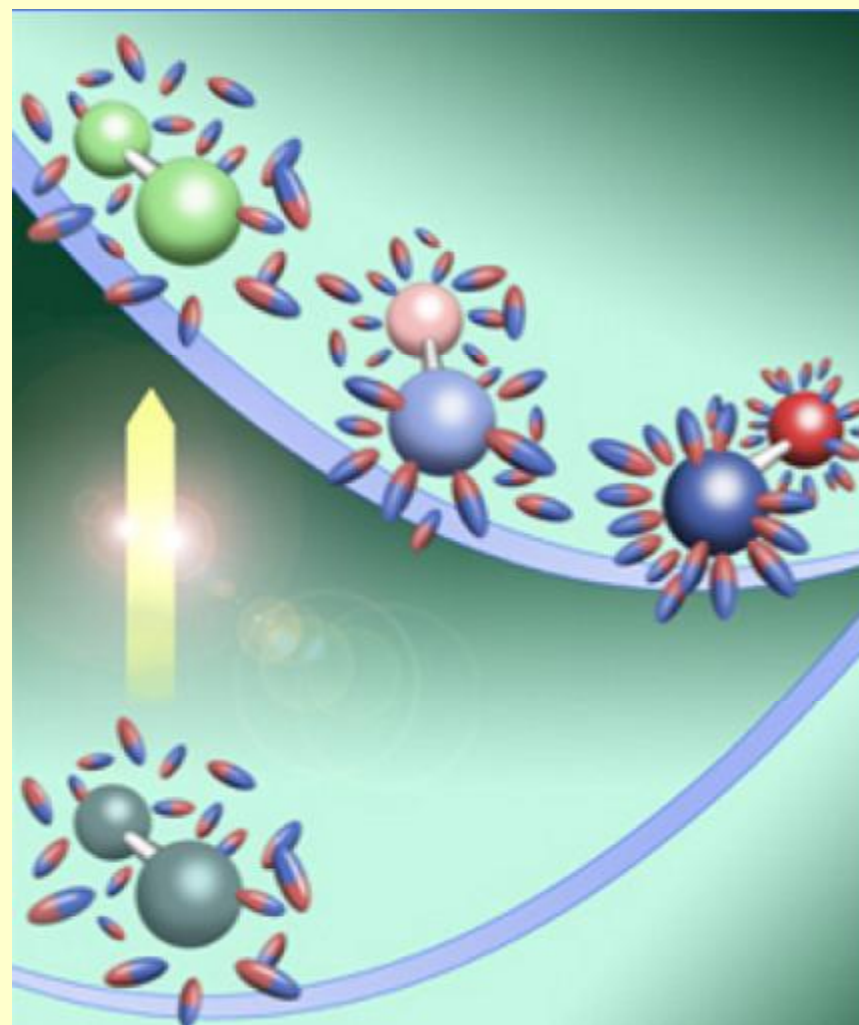
- Медицинская диагностика
- Контроль качества воздуха в жилых помещениях
- Контроль качества пищевых продуктов
- “Умная” упаковка
- Детектирование взрывчатых веществ
- Контроль качества воды и биологических жидкостей

Аналиты:

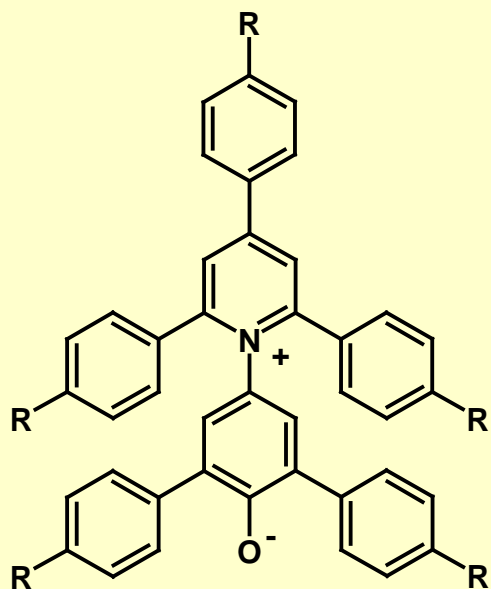
- Летучие органические соединения (толуол, бензол, ацетон, формальдегид и др.)
- Галогенпроизводные и аммиак
- Нитросоединения (ТНТ и др.)
- Нелетучие органические соединения и ионы металлов

Сольватохромные красители для оптических хемосенсоров

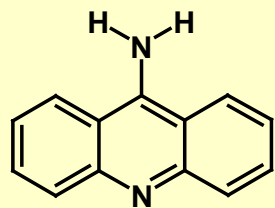
*Для обнаружения паров
полярных и неполярных веществ
в оптических хемосенсорах
используются сольватохромные
красители.*



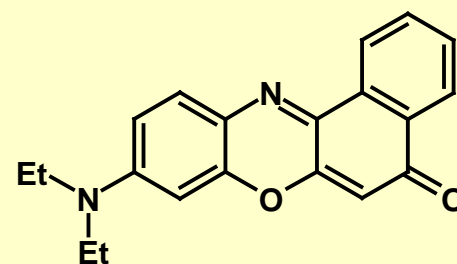
Сольватохромные красители



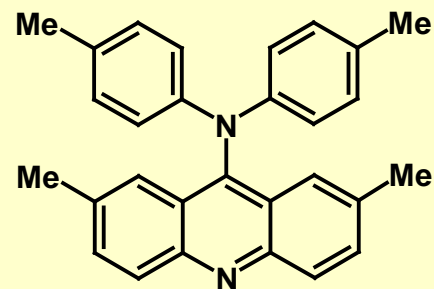
Краситель Рейхардта



9-Аминоакридин (9-AA)

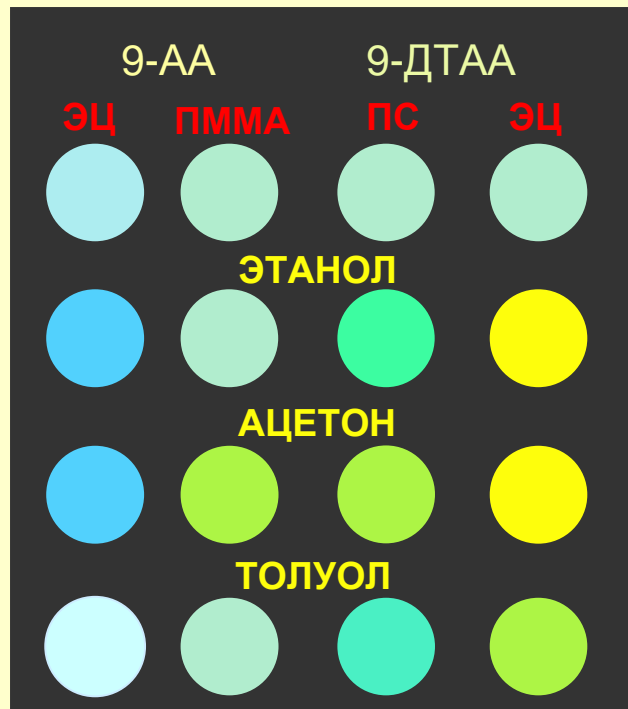


Нильский красный



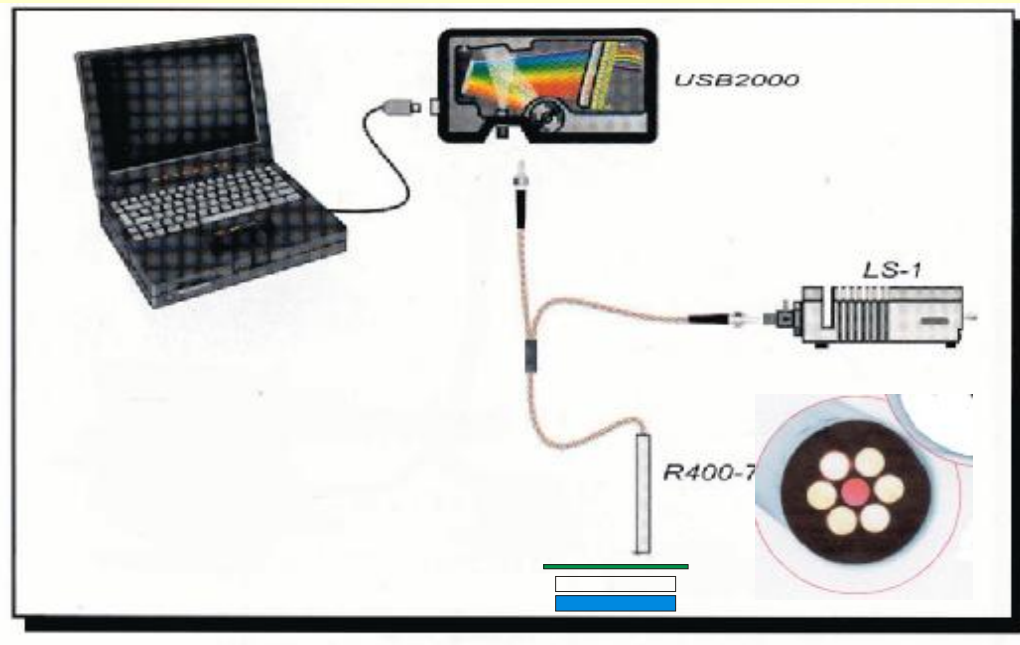
9-DTAA

Люминесцентный хемочип

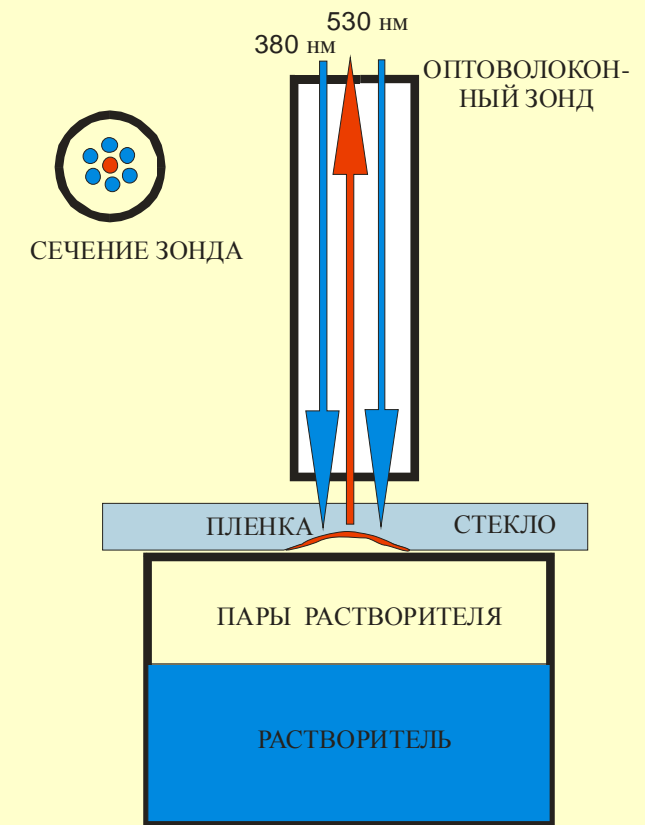


AffymetrixGMS 417 Arrayed

Схема регистрации флуоресценции пленок

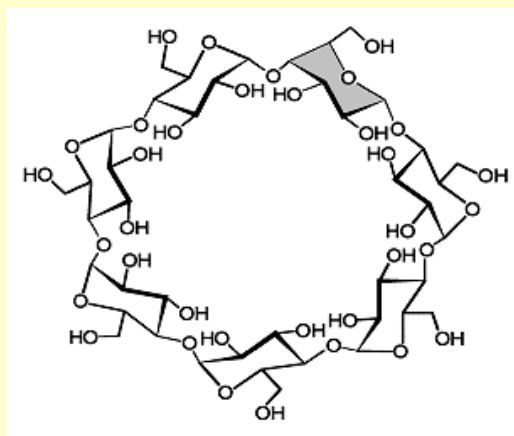


Оптоволоконный спектрофлуориметр Ocean Optics



Оптические молекулярные сенсоры

Циклодекстрины на нелетучие органические соединения

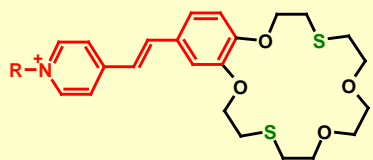


β -ЦД

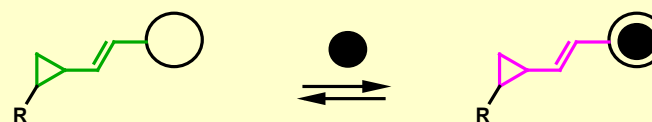
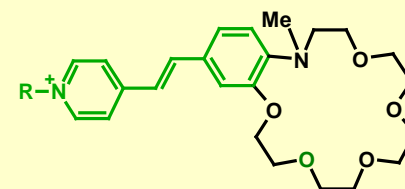


Сополимер- β -ЦД и эпихлоргидрина

Краунсодержащие стироловые красители
на ионы Ag^+ , Hg^{2+}



Азакраунсодержащие стироловые красители
на ионы Sr^{2+} , Ba^{2+}



Интегрированные оптические хемосенсоры



Схема макета пятислойного интегрального оптического хемосенсора

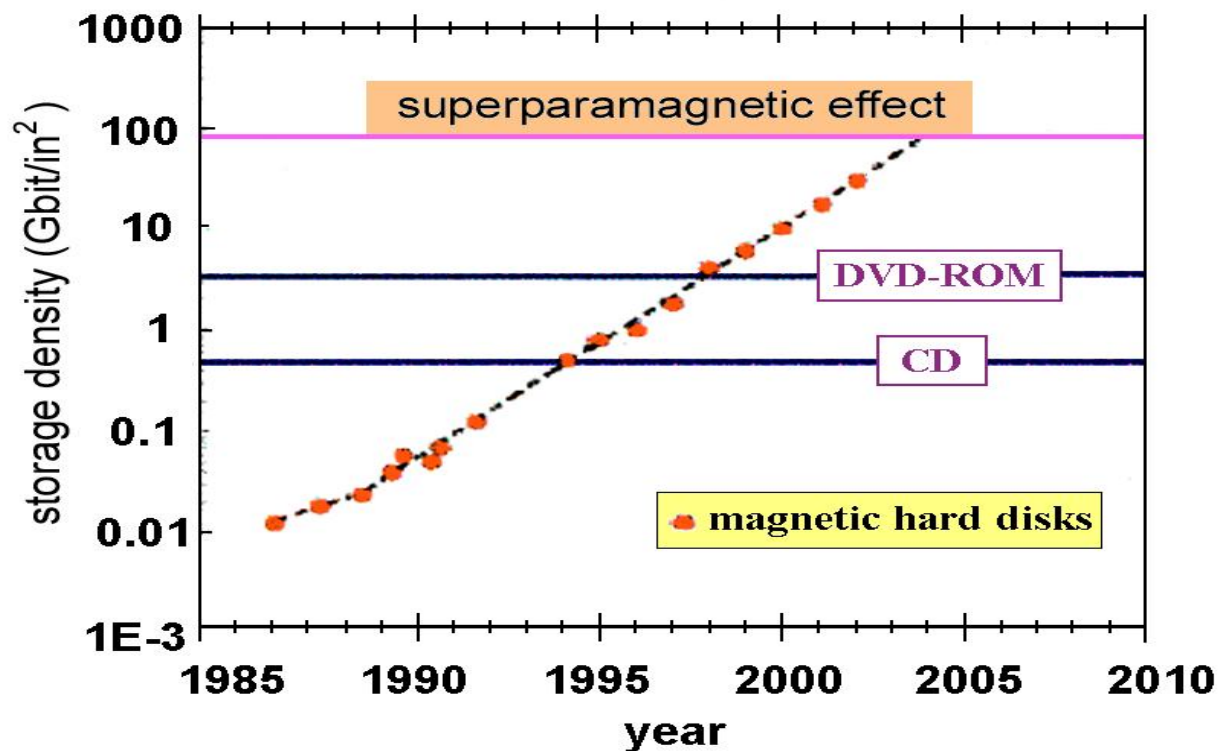
Сенсорные устройства, содержащие структурно-интегрированные сенсорный, электролюминесцентный, светопоглощающий, фотовольтаический и фотодетекторный слои

***Оптические запоминающие
устройства***

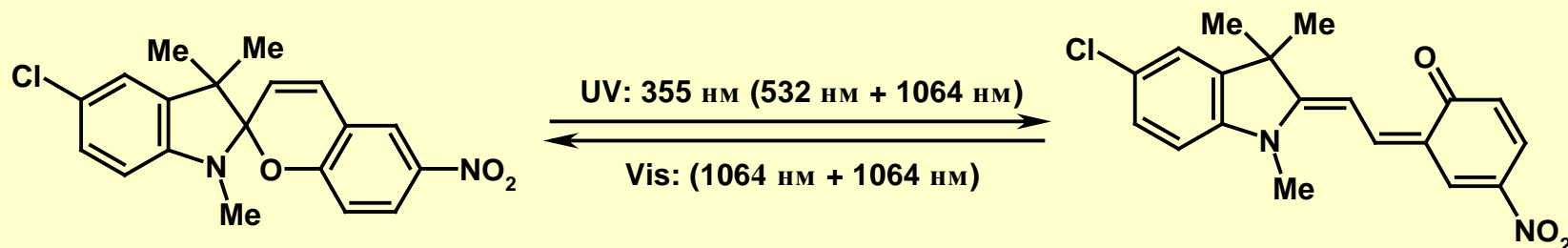
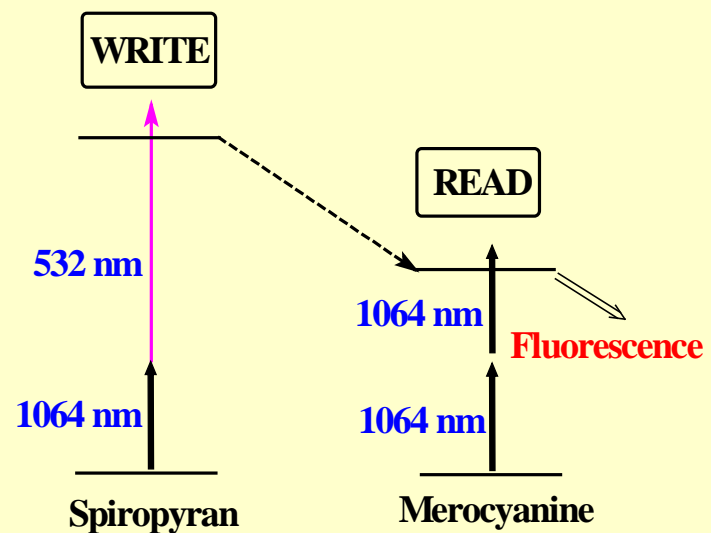
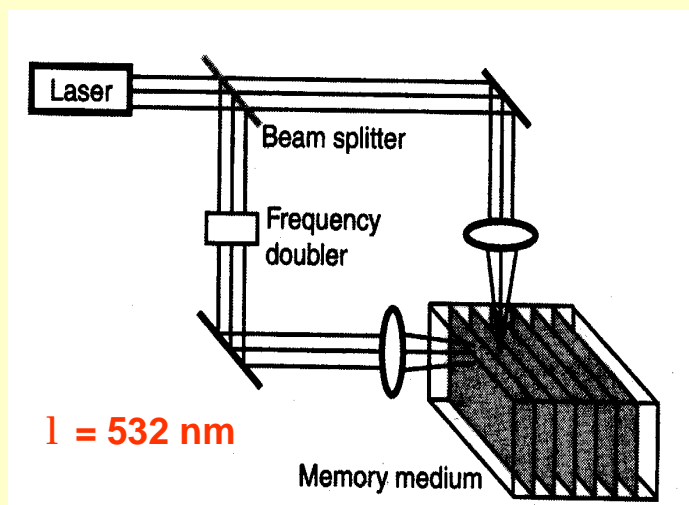
Плотность магнитной памяти приближается к пределу

Magnetic Data Storage

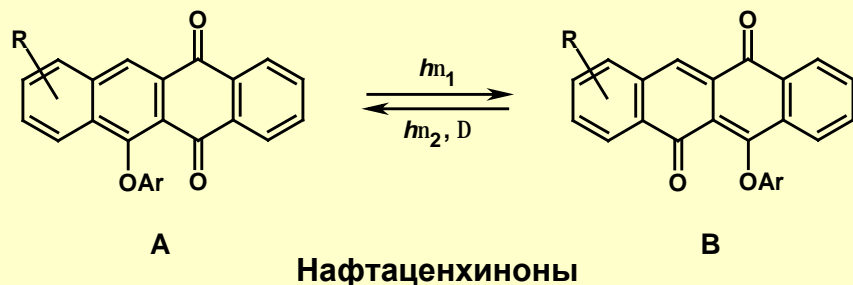
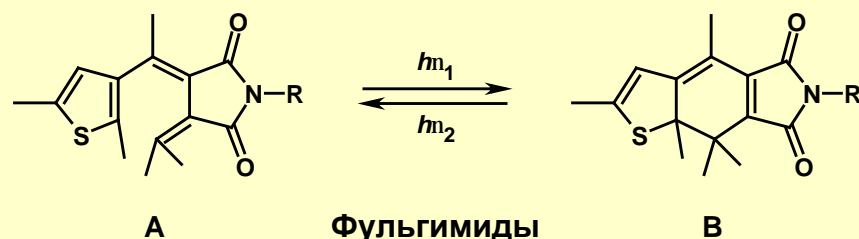
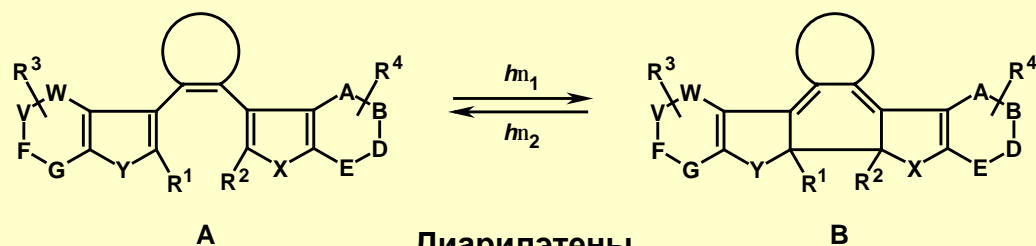
The storage density will reach the limit soon



Двухфотонные 3D оптические диски



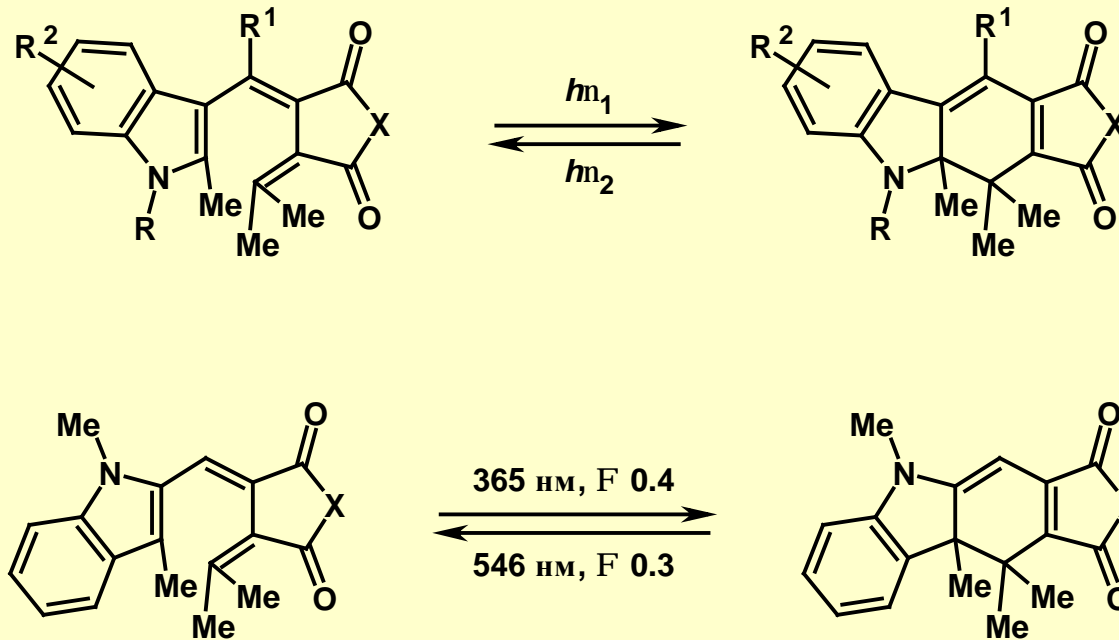
Фотохромные соединения для 3D оптической памяти



Конкретными требованиями являются:

- большое сечение поглощения света;
- высокая эффективность фотохимических превращений;
- термостойкость форм А и В;
- высокая устойчивость обеих форм к необратимым фотопревращениям;
- эффективное считывание без разрушения записанной информации.

Индолилфульгиды и фульгимиды для 3D оптической памяти



2001 г. Компания Constellation3D создала на базе индолилфульгидов
первые FMD ROM диски: 140 Гб (10 слоев).

Ближайшее будущее органической нанофотоники

- системы химического запасаения световой энергии (получение водорода фоторазложением воды);*
- оптические логические устройства;*
- оптоэлектронные процессоры и компьютеры;*
- фотоуправляемые молекулярные устройства и машины.*

Благодарности:

*Институт проблем
химической физики РАН*

чл.-корр. РАН В. Ф. Разумов

Центр фотохимии РАН

внс, к.ф.м.н. В. А. Сажников,
зав. лаб., д.ф.м.н. В. А. Лившиц,
внс, кхн А. И. Ведерников,
снс, кхн С. Н. Дмитриева

Спасибо за внимание !