

Квантовые точки: синтез, свойства и применение

Юрий Сибирмовский, к.ф.-м.н., доцент

Института нанотехнологий в электронике,
спинtronике и фотонике
НИЯУ МИФИ



Они «раскрасили» наномир

Нобелевская премия по химии 2023

Алексей Екимов

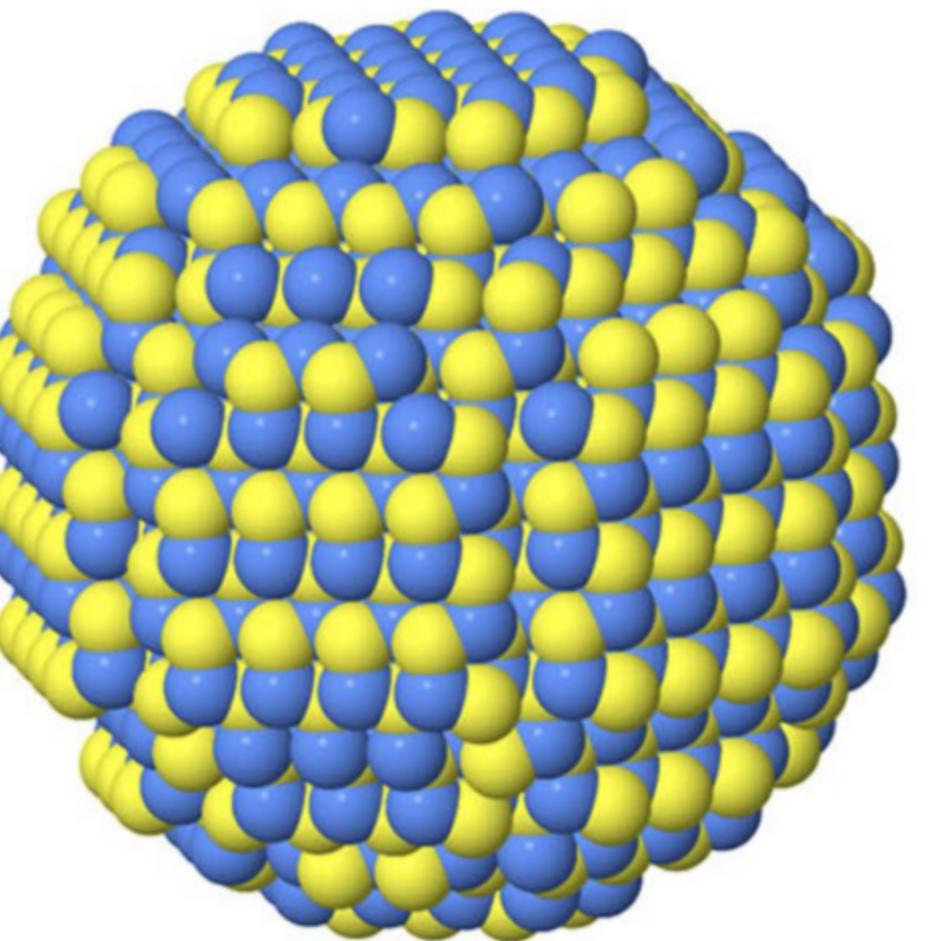
Квантовые точки в стекле (1981)

Louis Brus

КТ в растворе (1983)

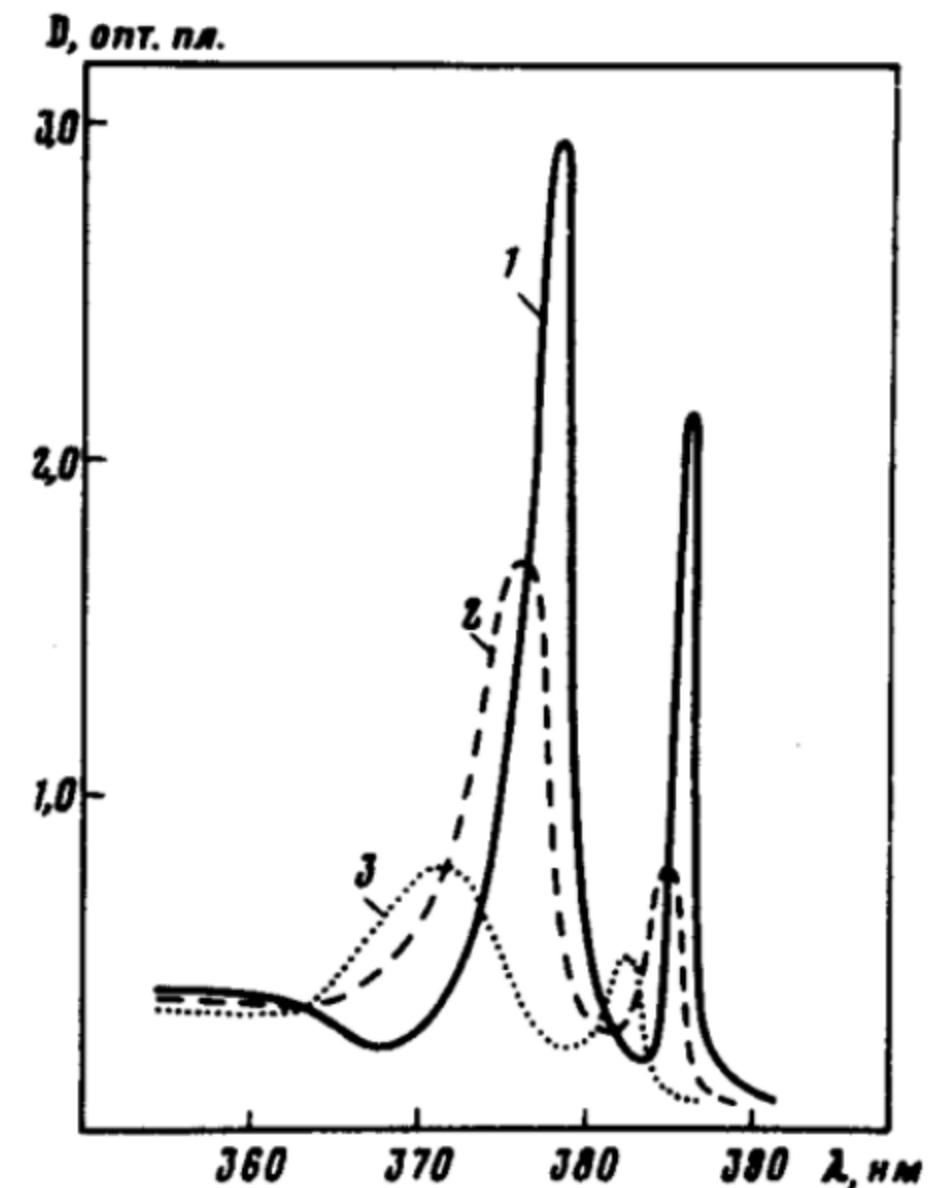
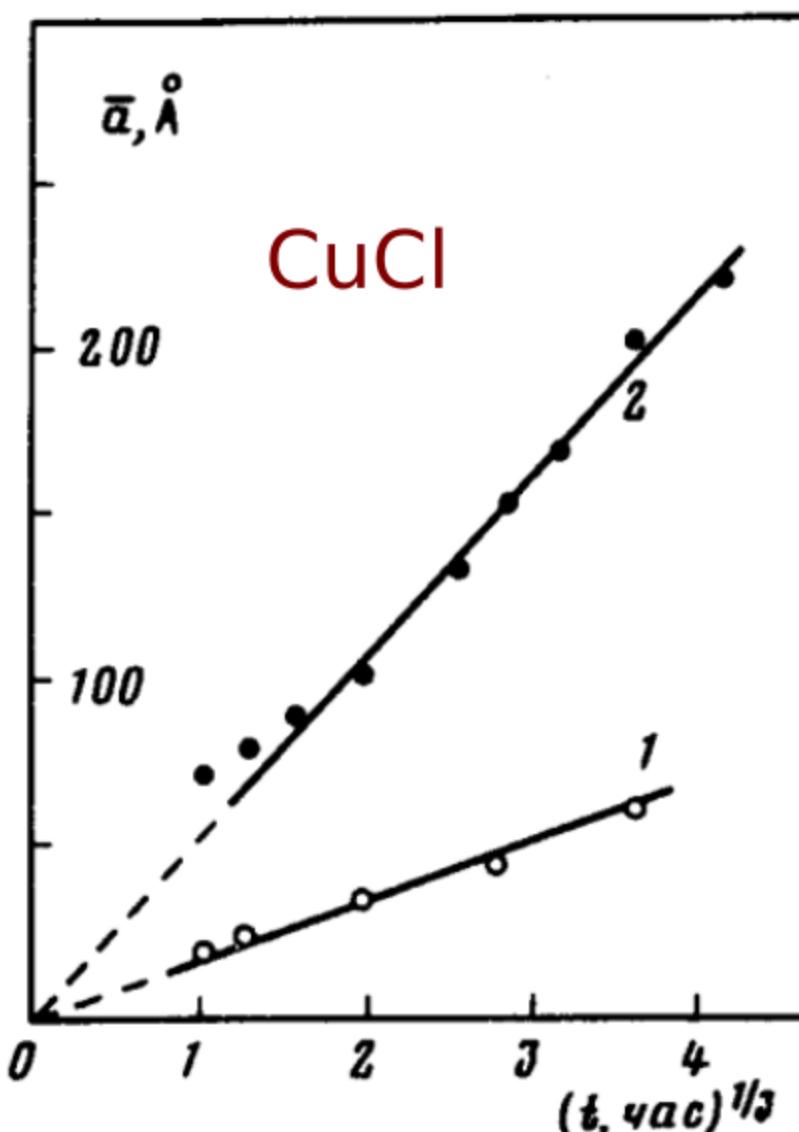
Moungi Bawendi

КТ в растворе, но лучше (1993)



Алексей Екимов

- Родился в Ленинграде в 1945 г.
- Окончил ЛГУ (кафедра молекулярной физики)
- Работал в ФТИ им. Иоффе, Институте Макса Планка, Университете Осаки



Письма в ЖЭТФ, том 34, вып. 6, стр. 363 – 366

20 сентября 1981 г.

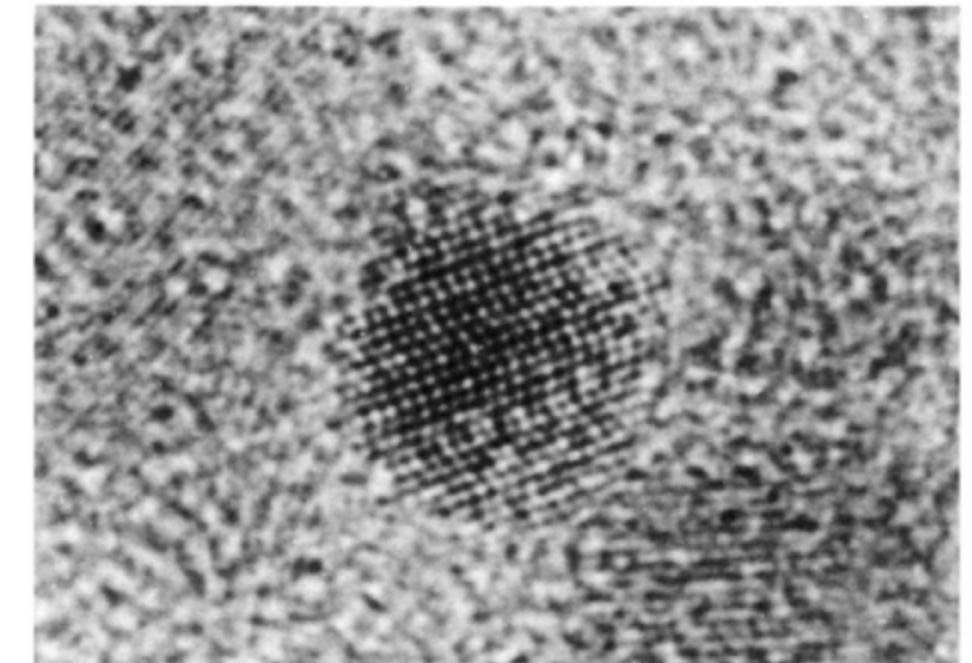
КВАНТОВЫЙ РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ
В ТРЕХМЕРНЫХ МИКРОКРИСТАЛЛАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А.И. Екимов, А.А. Онущенко

1 - 30 нм
2 - 10 нм
3 - 2.5 нм

Louis Brus (Луи Брюс)

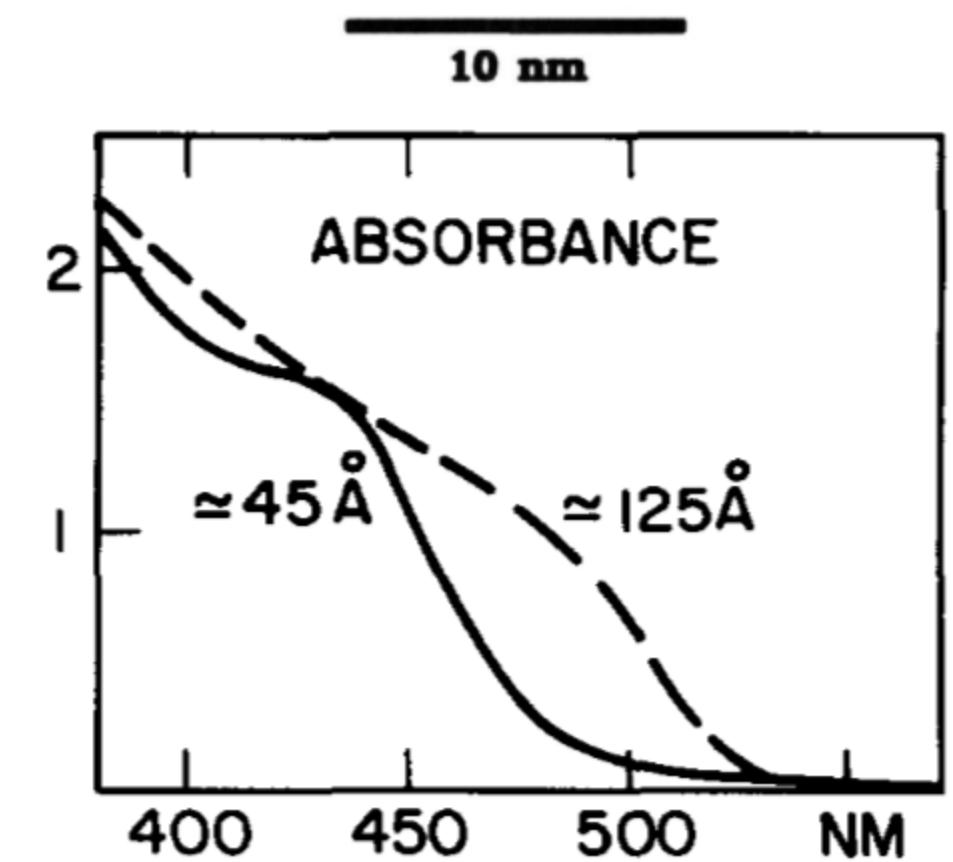
- Родился в штате Огайо в 1943 г.
- Работал в лаборатории ВМФ США, после этого с 1973 г. - в Bell Laboratories



Quantum size effects in the redox potentials, resonance Raman spectra, and electronic spectra of CdS crystallites in aqueous solution

R. Rossetti, S. Nakahara, and L. E. Brus

Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey 07974
(Received 31 March 1983; accepted 5 May 1983)



Moungi Bawendi (Мунги Бавенди)

- Родился в Париже в 1961 г.
- Закончил Гарвард и Университет Чикаго
- Работал в Bell Labs, потом в MIT

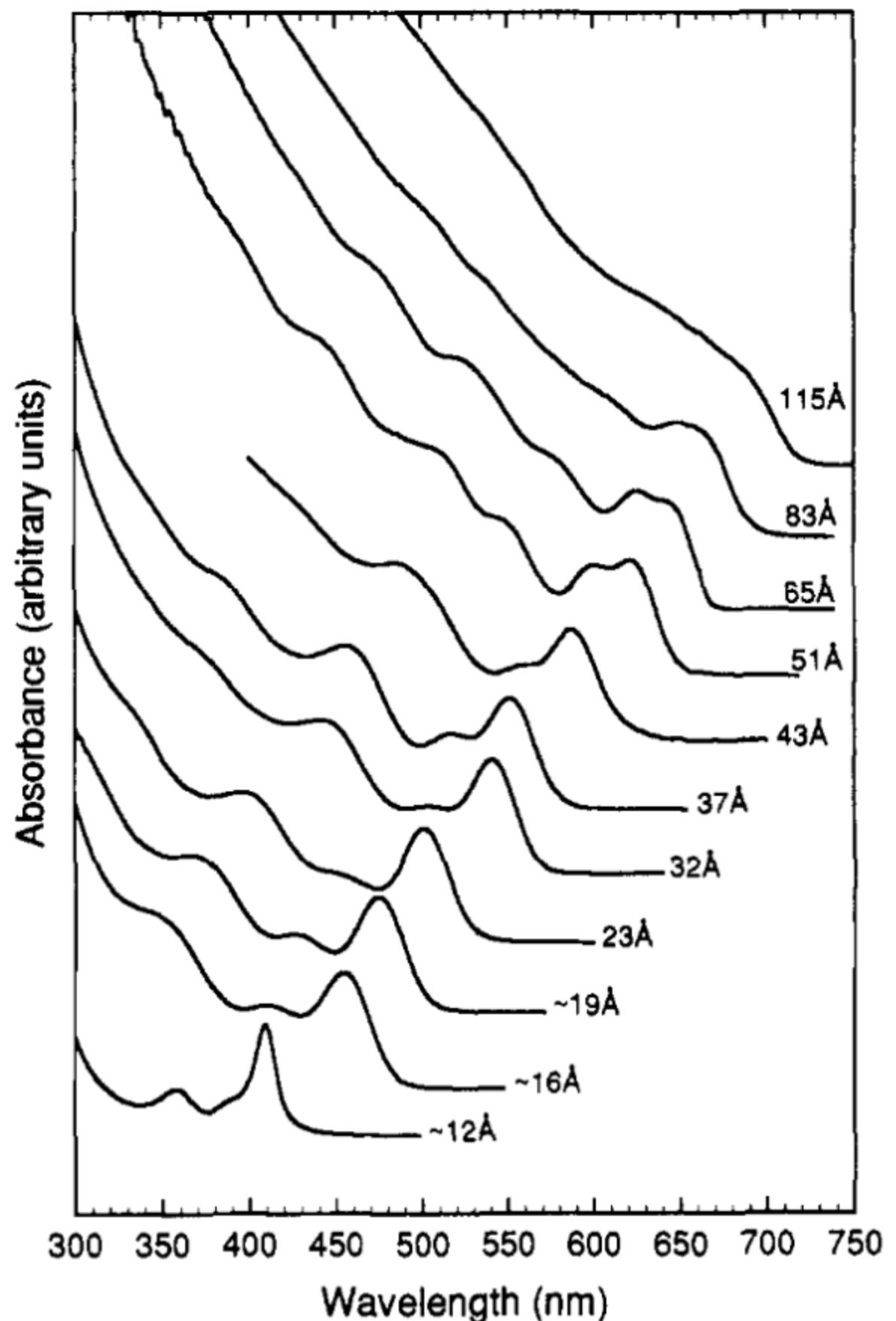
J. Am. Chem. Soc. **1993**, *115*, 8706–8715

Synthesis and Characterization of Nearly Monodisperse CdE
(E = S, Se, Te) Semiconductor Nanocrystallites

C. B. Murray, D. J. Norris, and M. G. Bawendi*

Contribution from the Department of Chemistry, Massachusetts Institute of Technology,
Cambridge, Massachusetts 02139

Received March 22, 1993



Квантовый размерный эффект

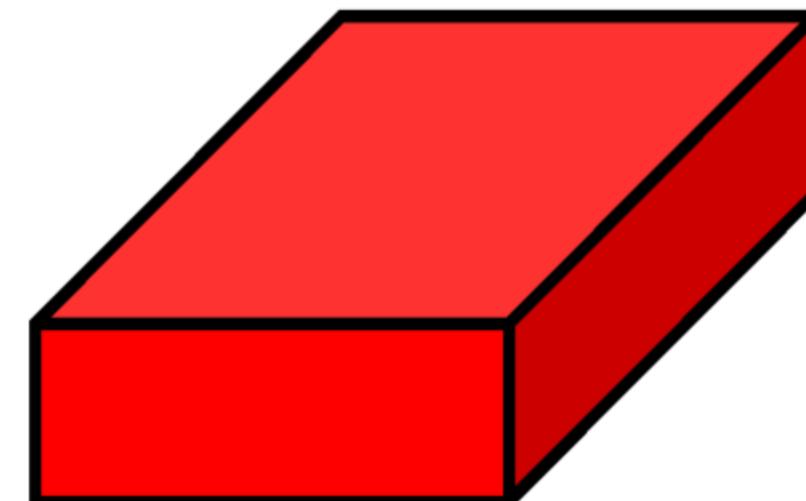
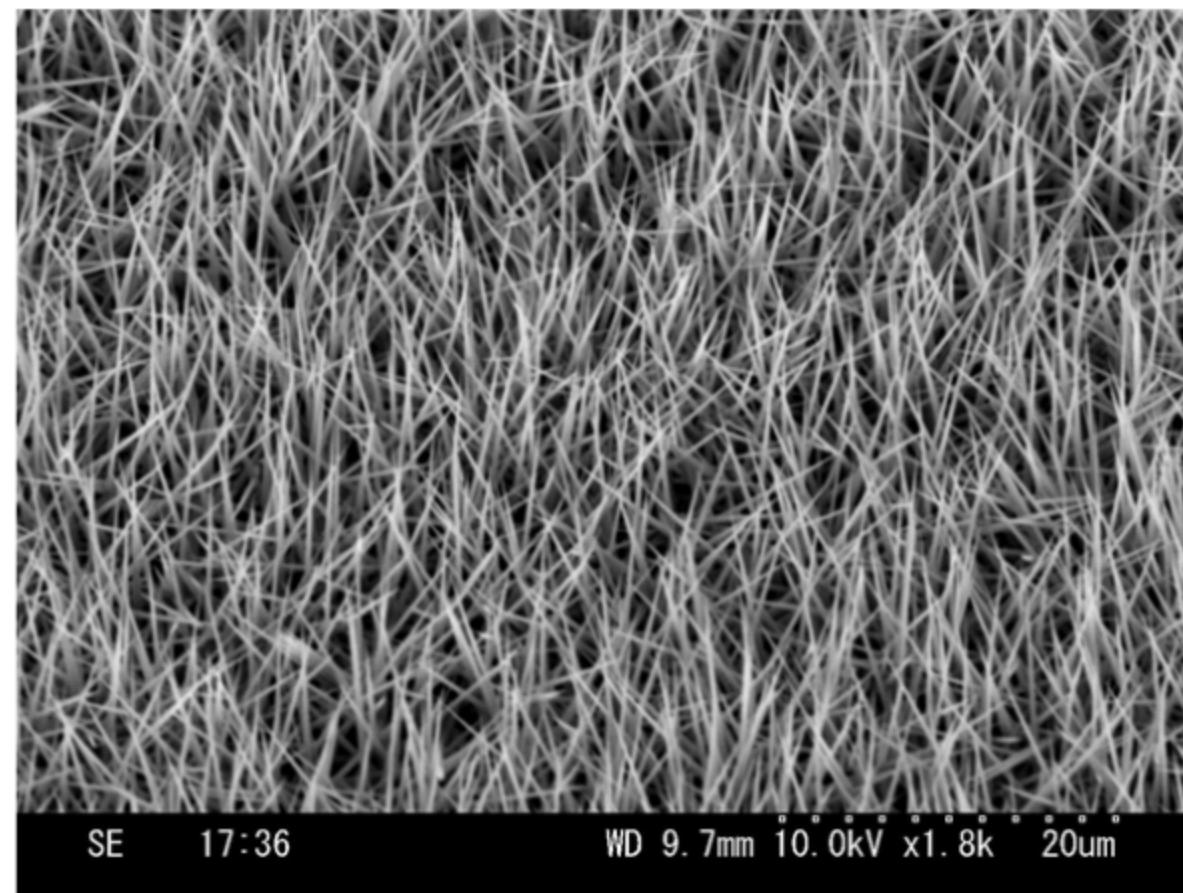
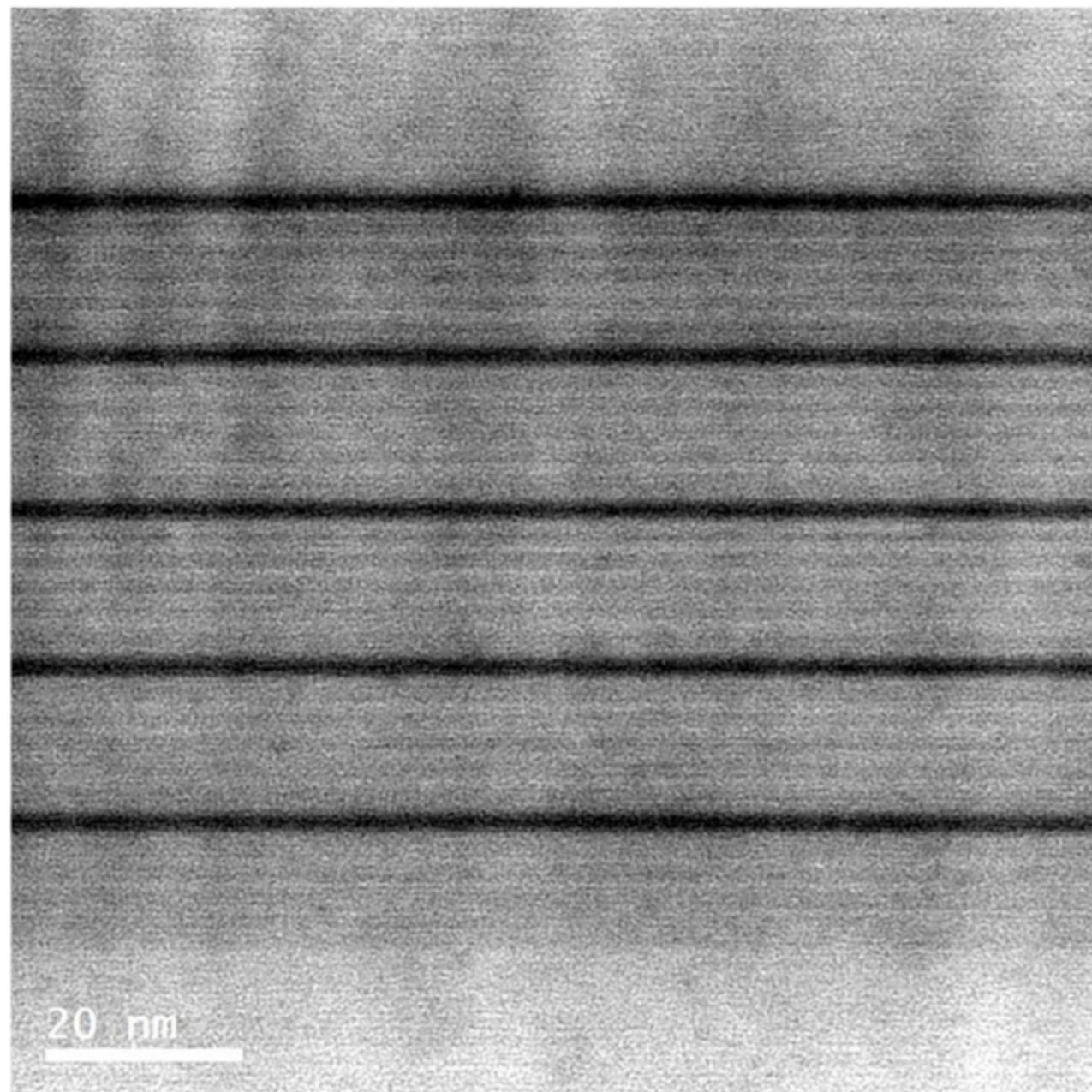
Электроны в квантовых точках образуют стоячие волны, аналогичные колебаниям струны.

Так же как струна звучит на разных нотах, электроны излучают и поглощают свет разных длин волн.

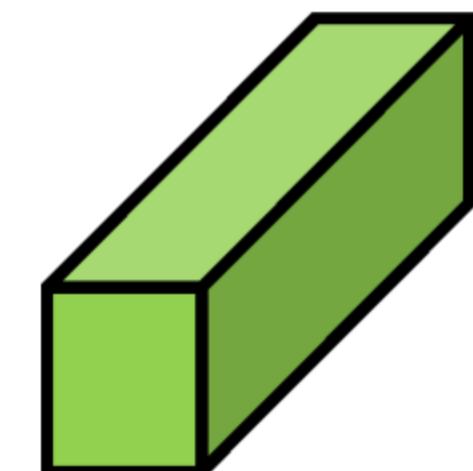
Это позволяет использовать их в дисплеях, солнечных батареях, лазерах.



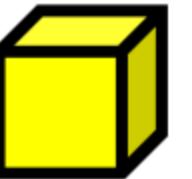
2D, 1D и 0D структуры



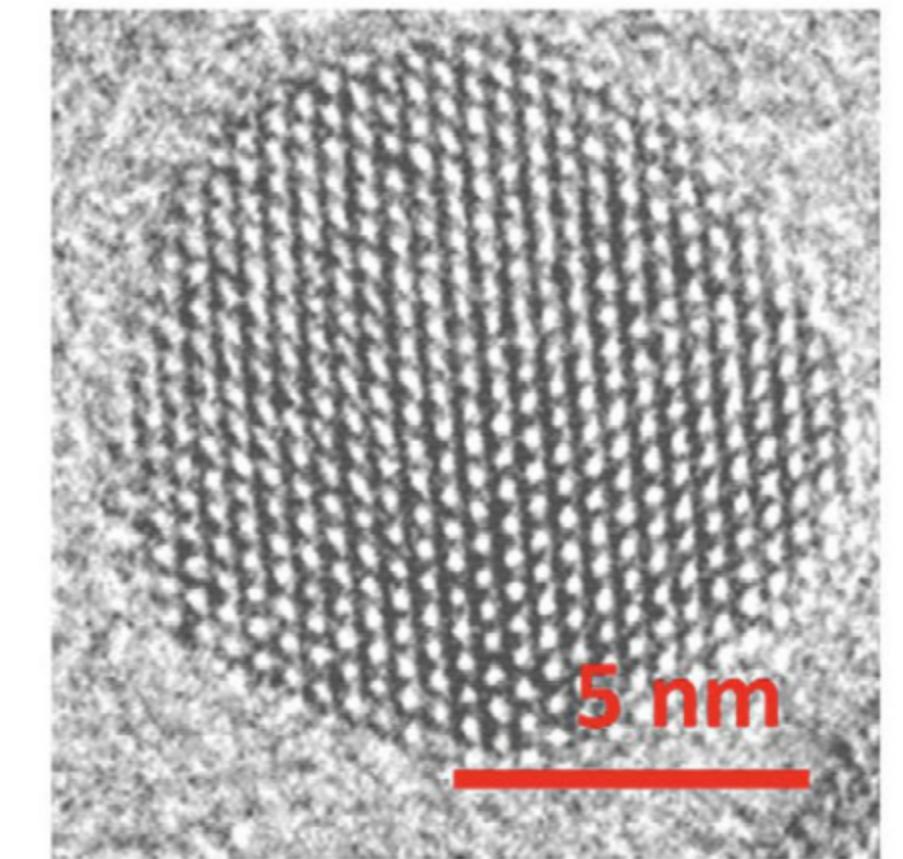
2D



1D



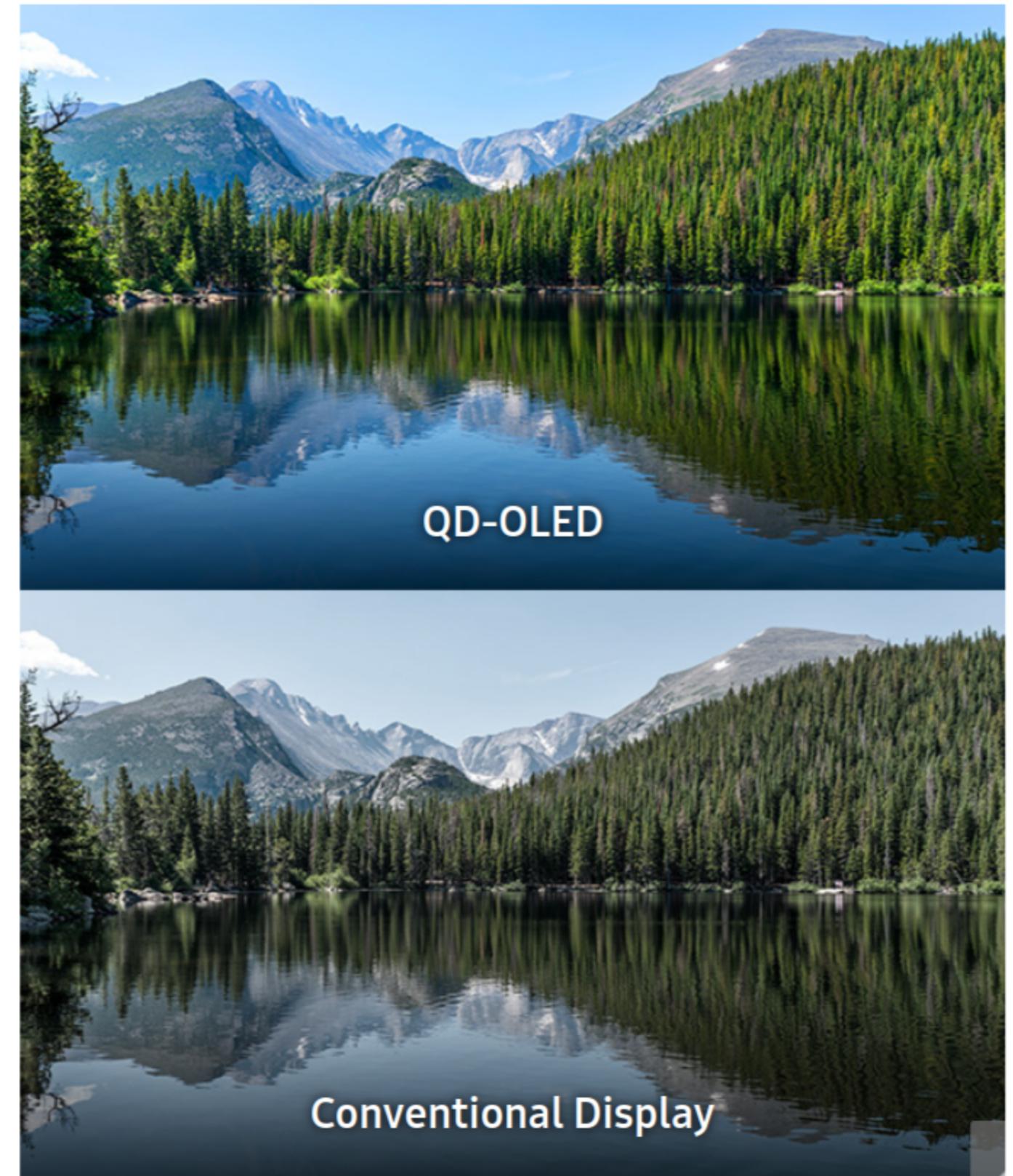
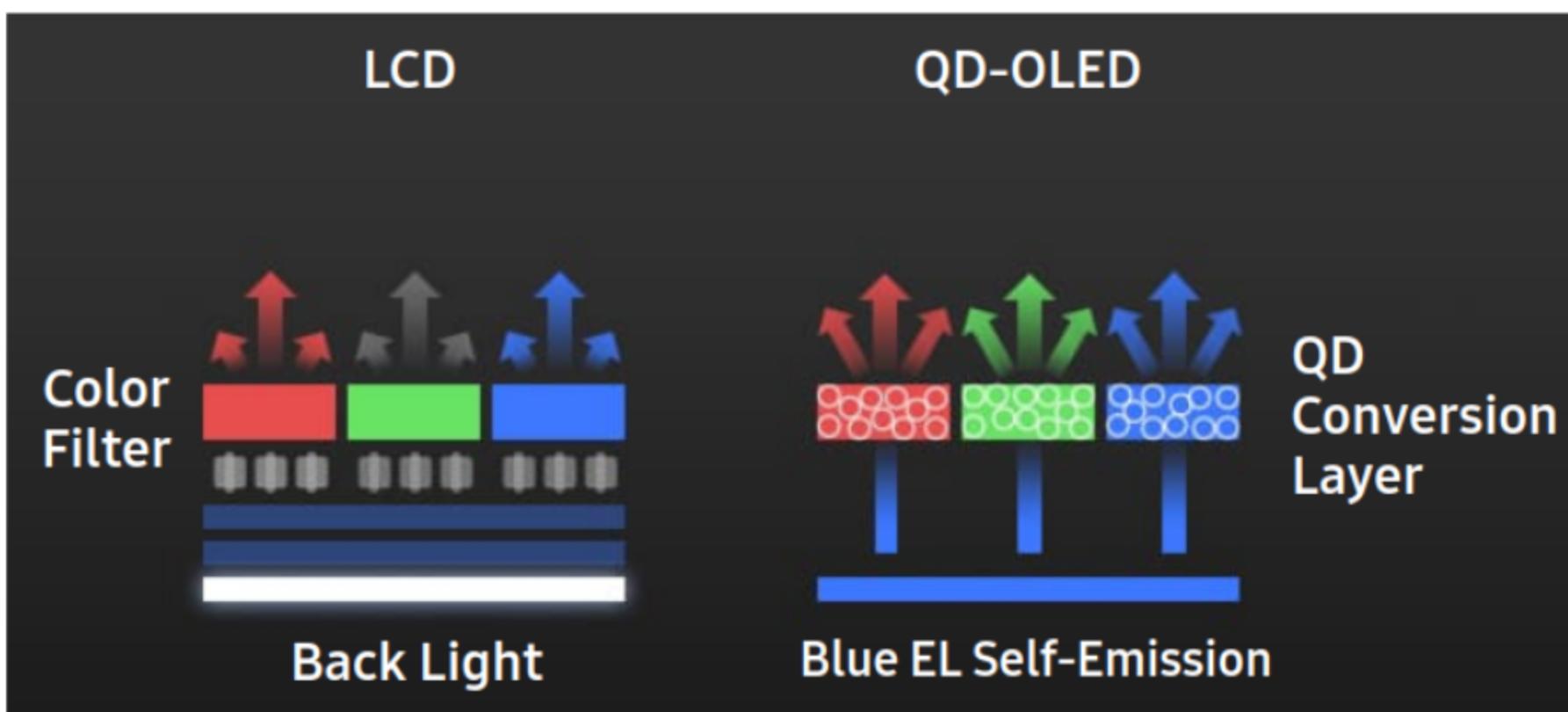
0D



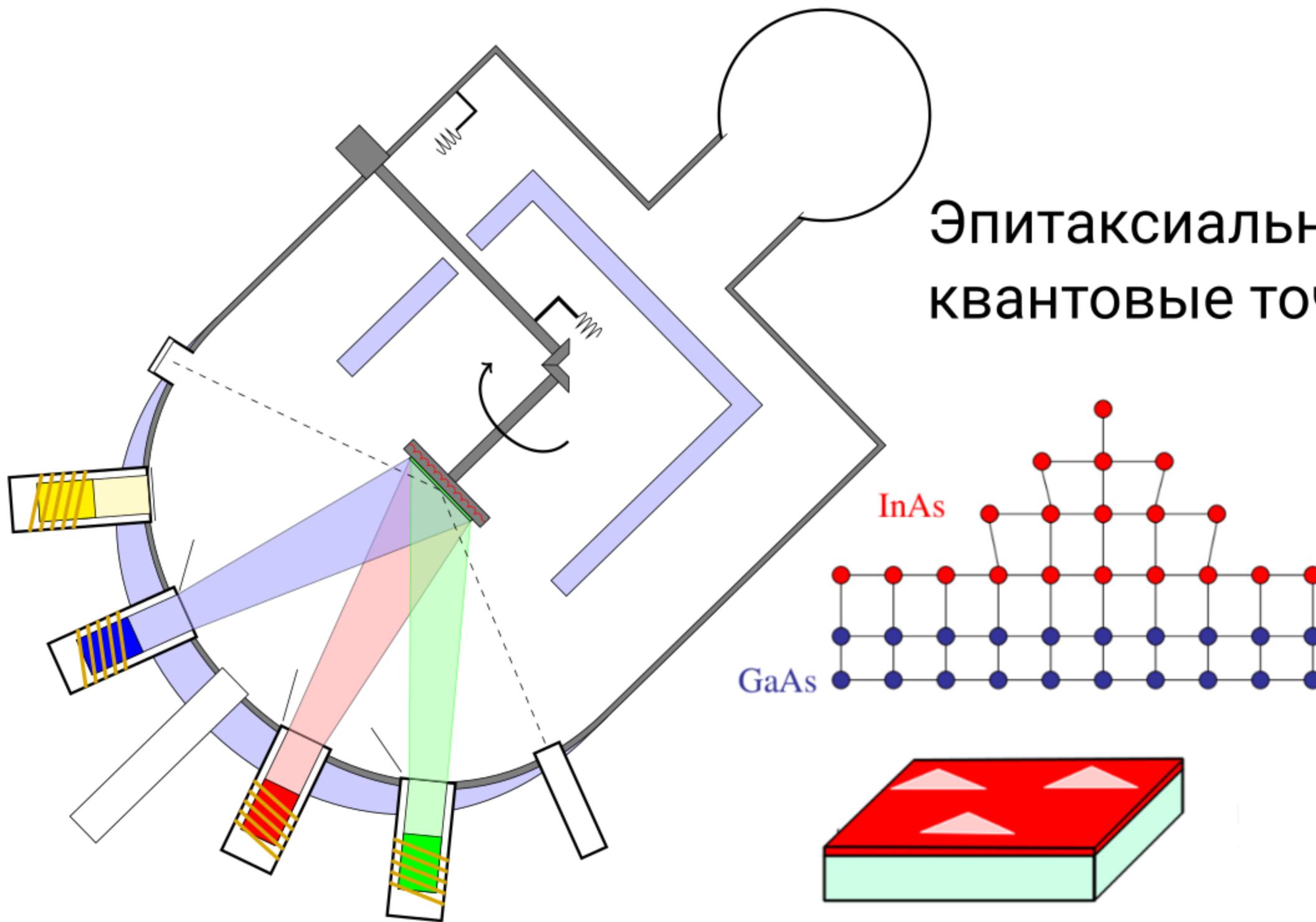
5 nm

Дисплеи Samsung QD-OLED

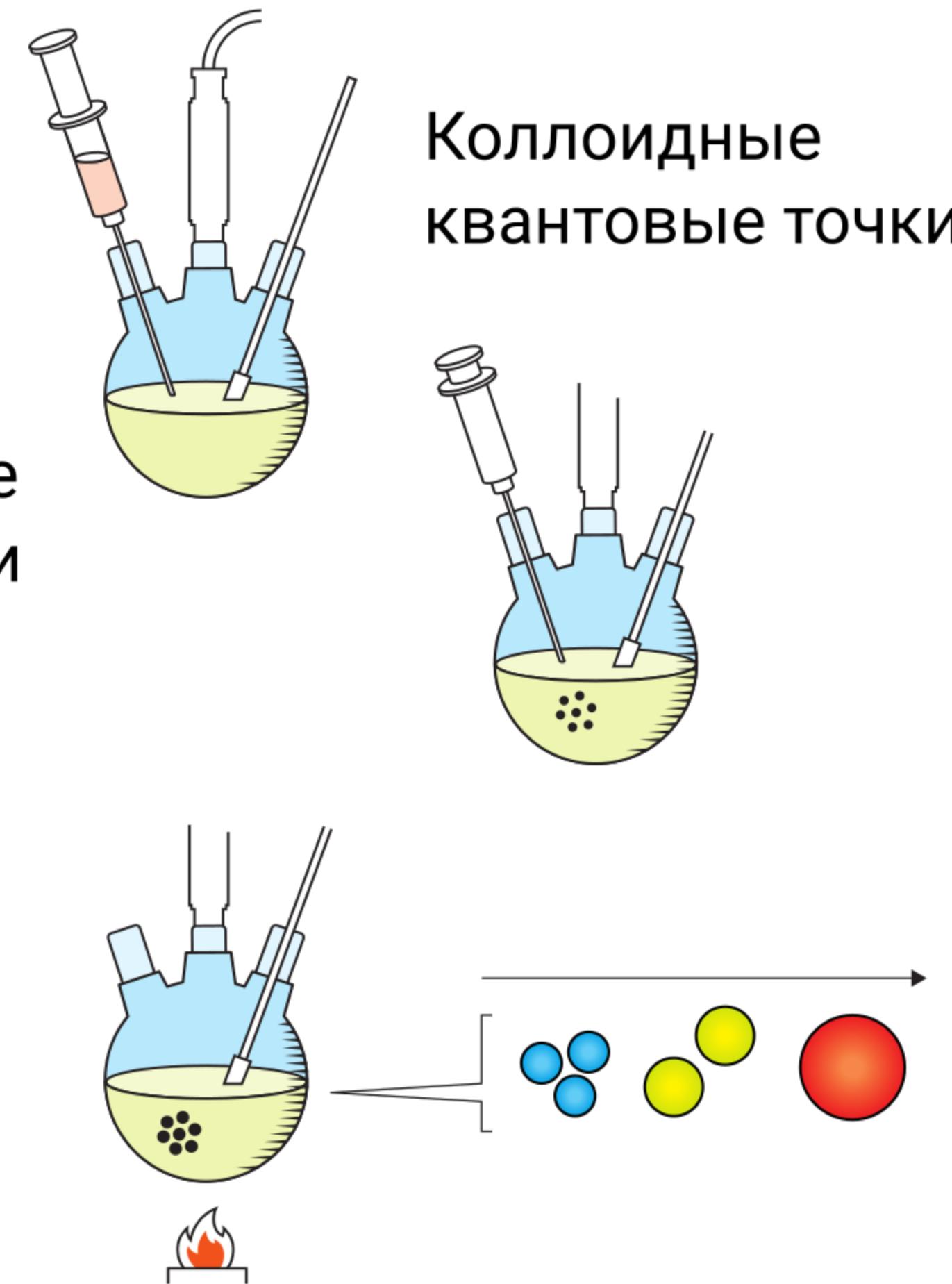
- Проще структура
- Насыщеннее цвета
- Лучше угол обзора



Синтез квантовых точек



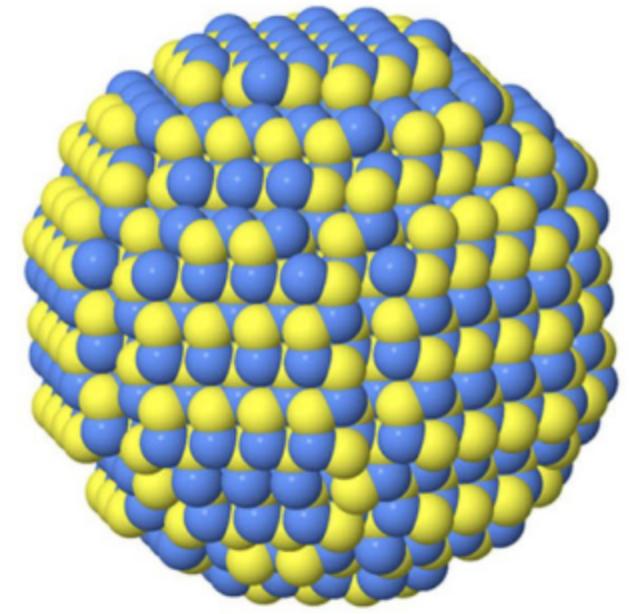
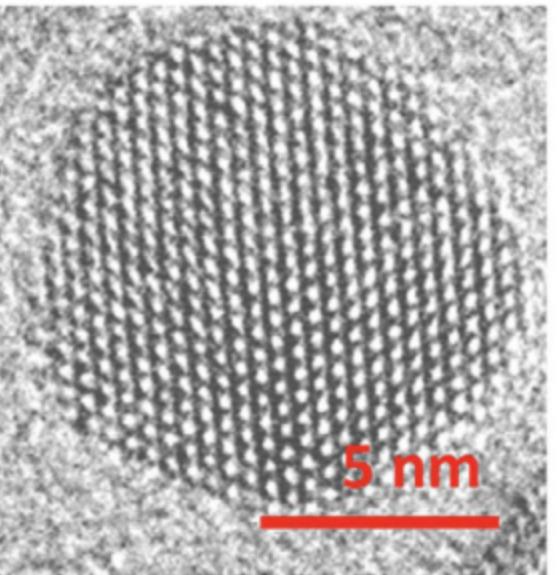
Эпитаксиальные
квантовые точки



Коллоидные
квантовые точки

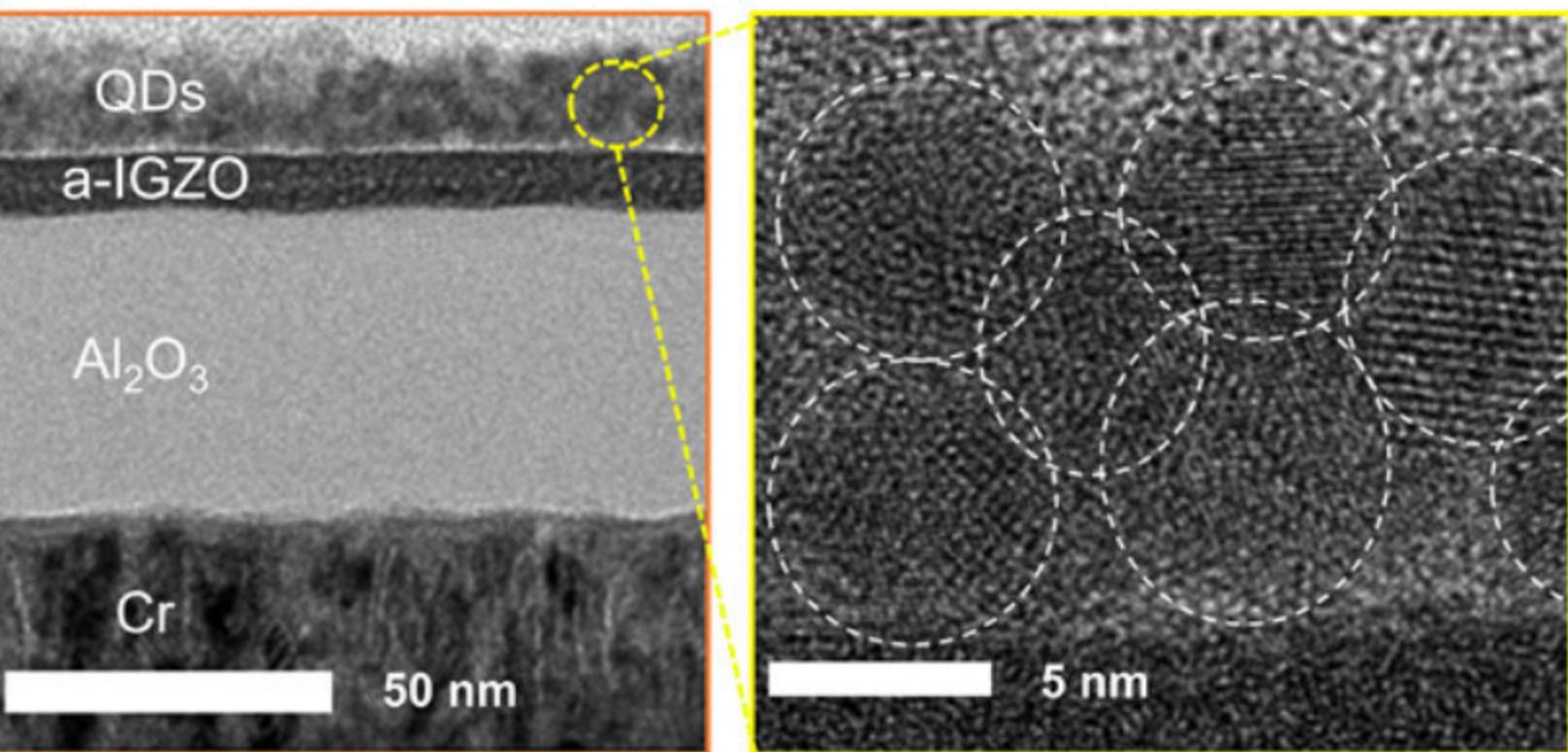
Коллоидные квантовые точки

- Быстрый и дешёвый способ
- Высокое качество
- Сферическая форма
- Структуры ядро-оболочка



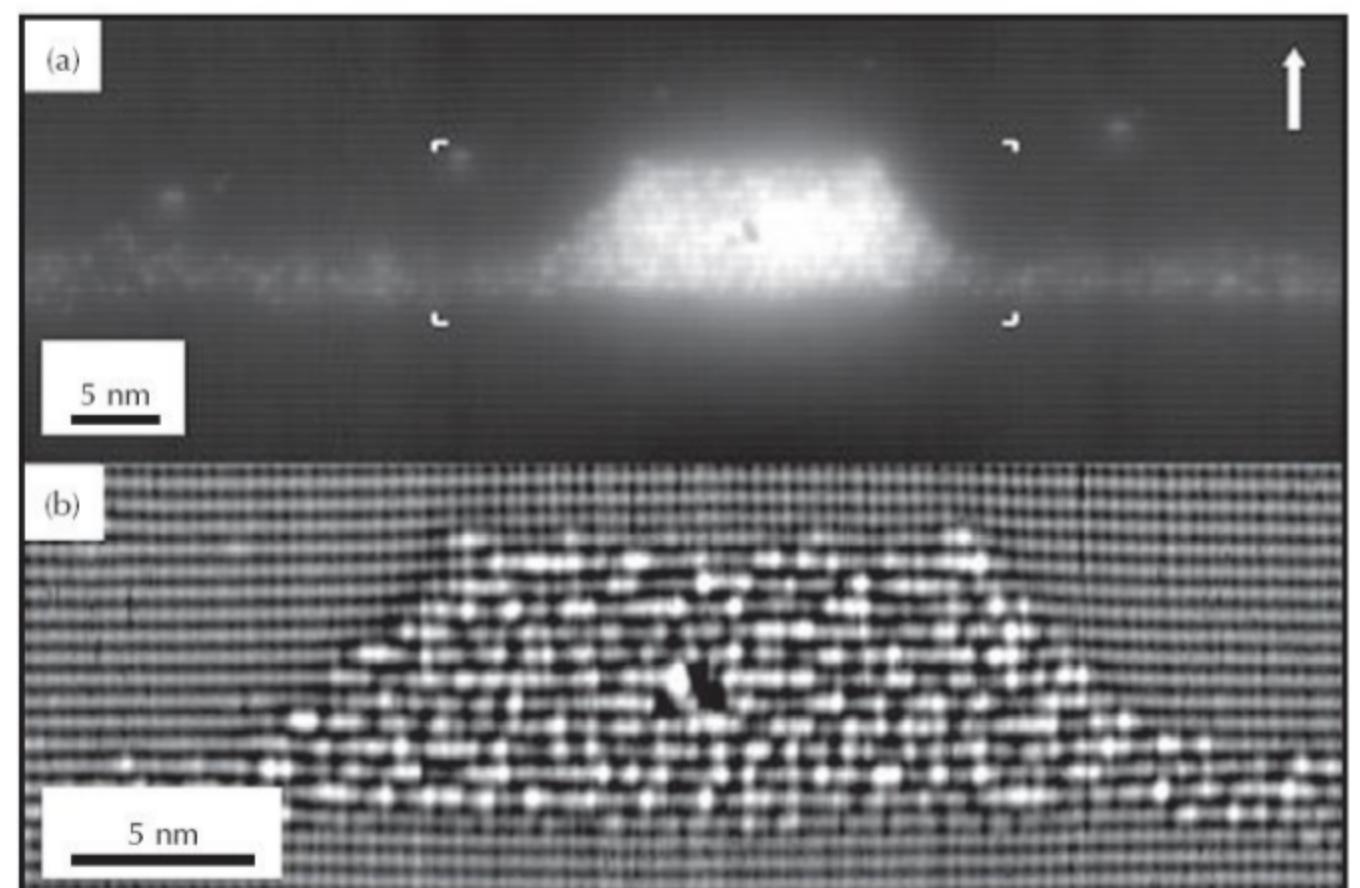
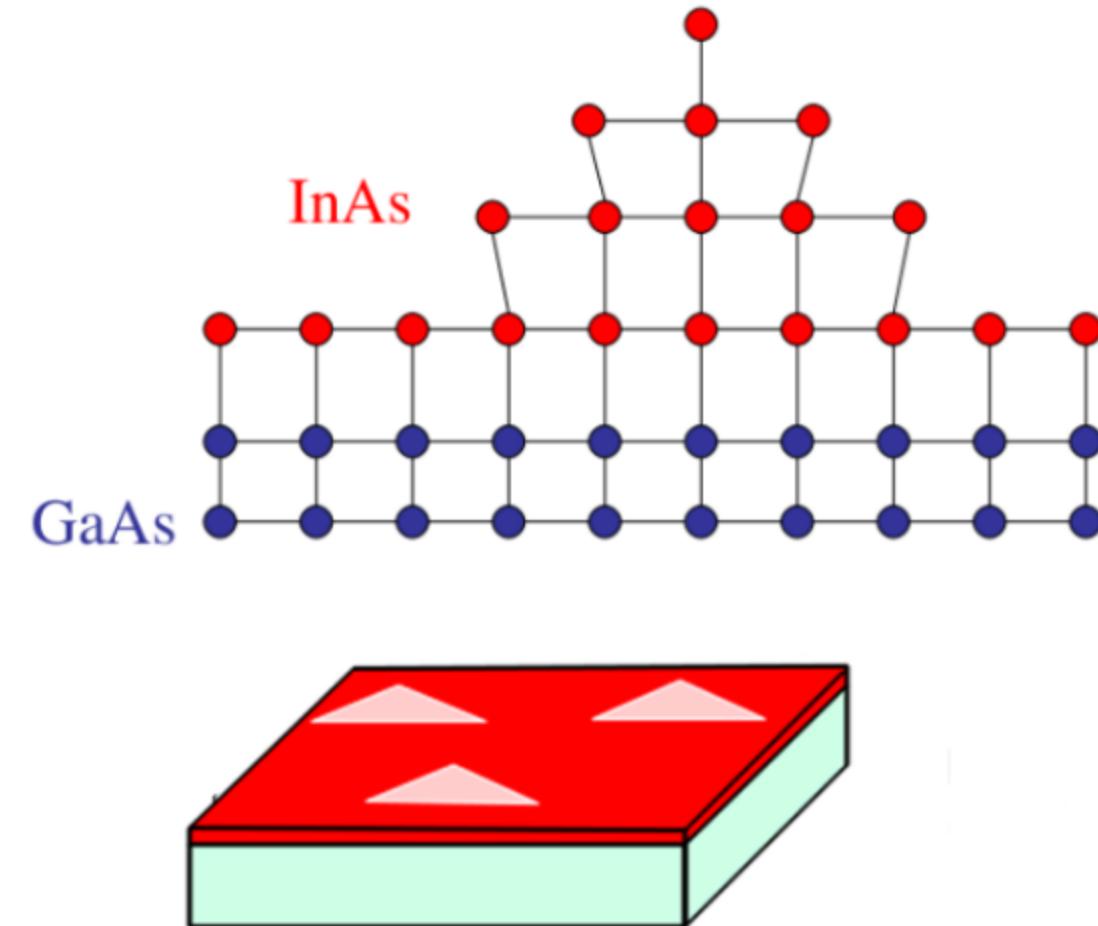
но

- Находятся в растворе
- Нужно нанести на подложку

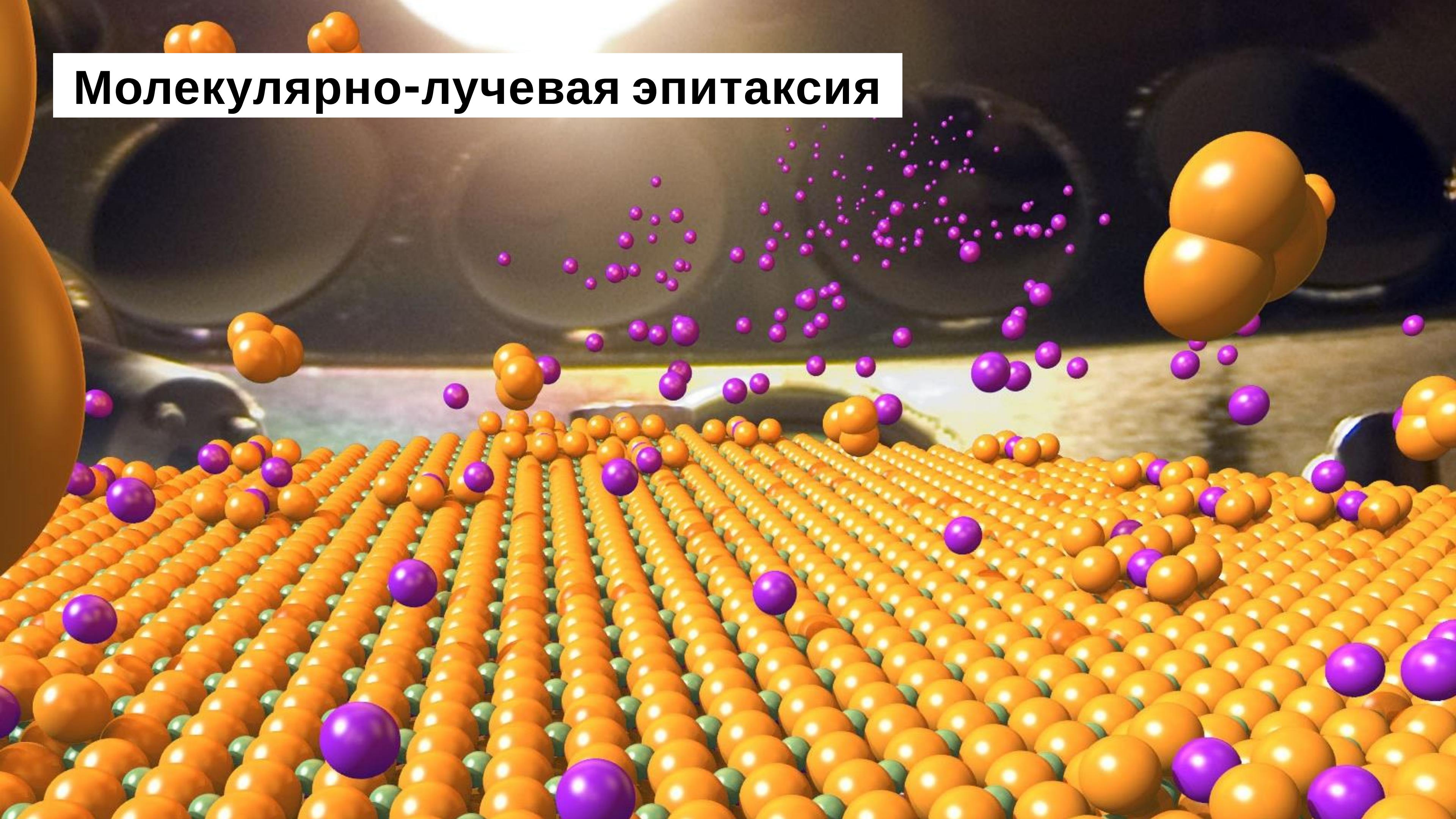


Эпитаксиальные квантовые точки

- Дорогой способ
- Высокое качество
- Сложная форма
- Самоорганизация и упорядочение
- Идеальный контакт с подложкой
- Интеграция с гетероструктурной электроникой



Молекулярно-лучевая эпитаксия

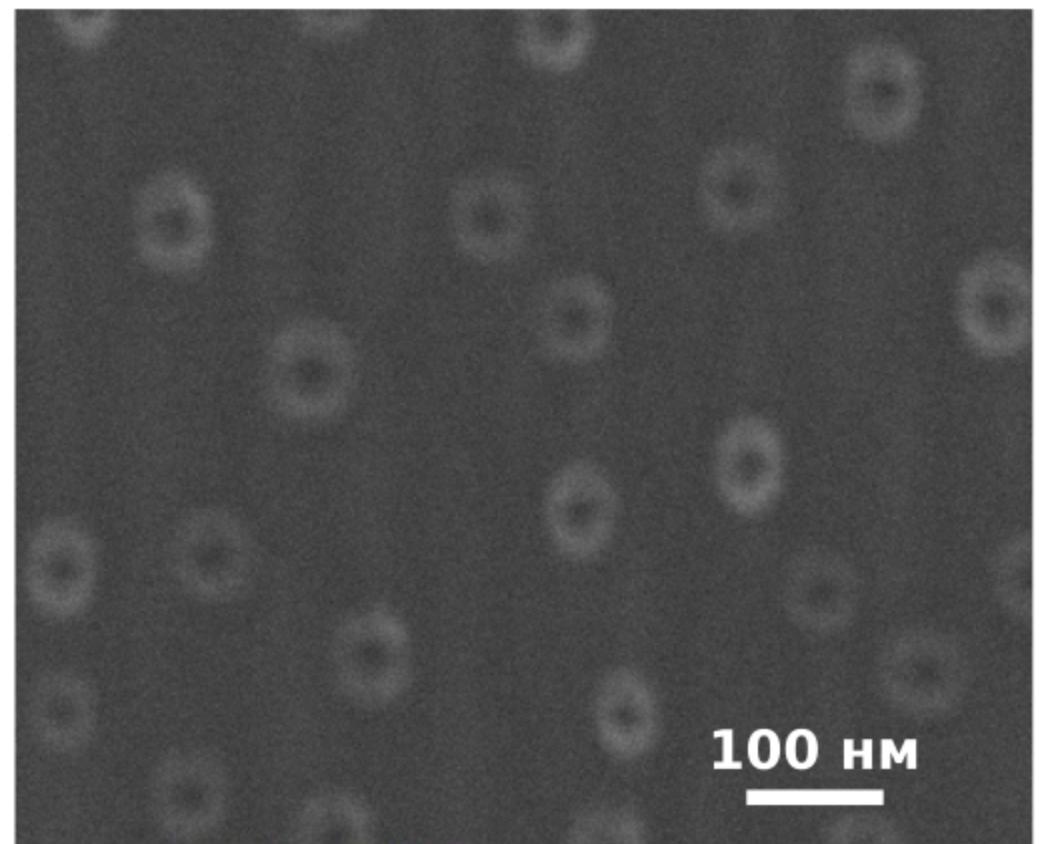
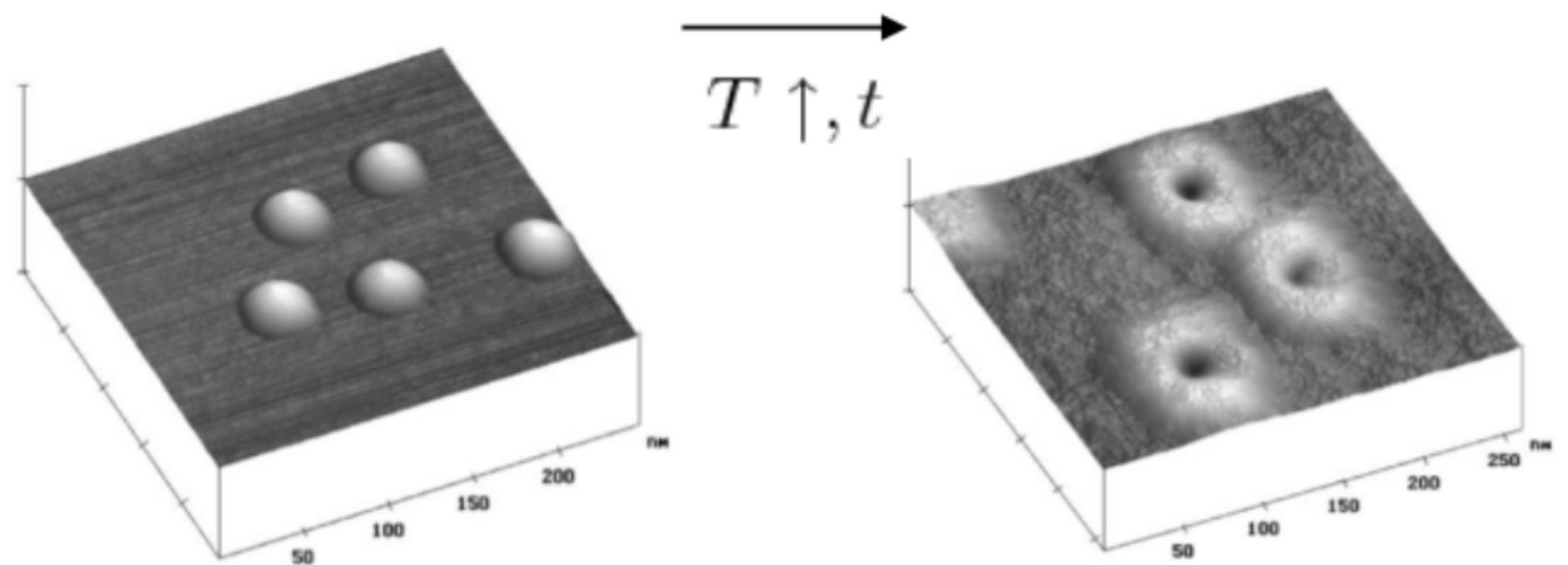
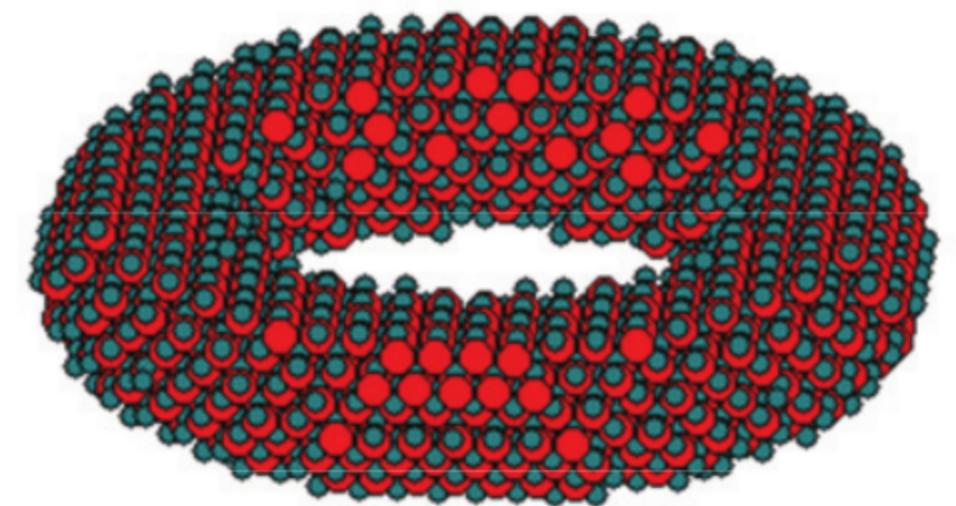


Лаборатория МЛЭ в ИНТЭЛ НИЯУ МИФИ

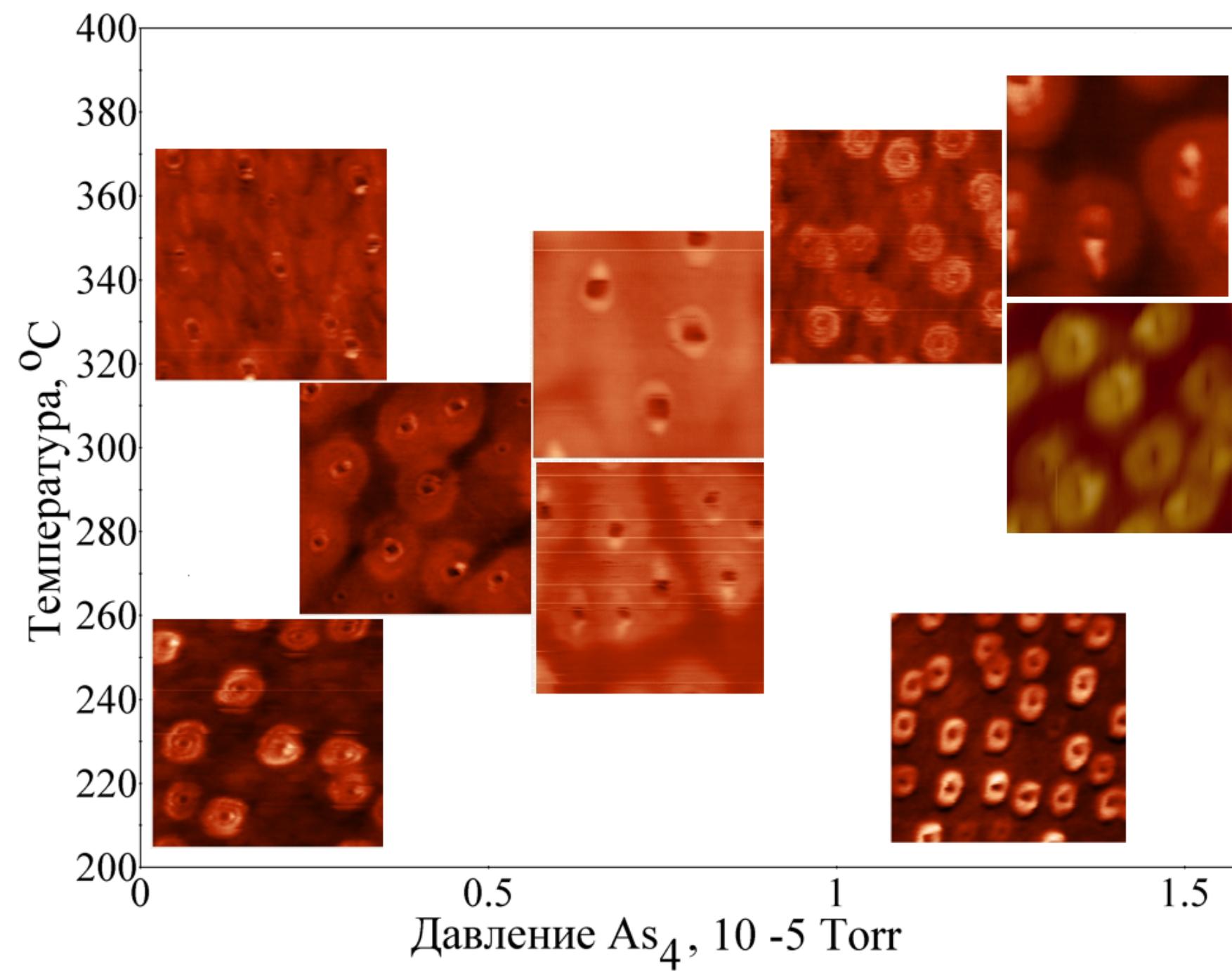


Квантовые кольца

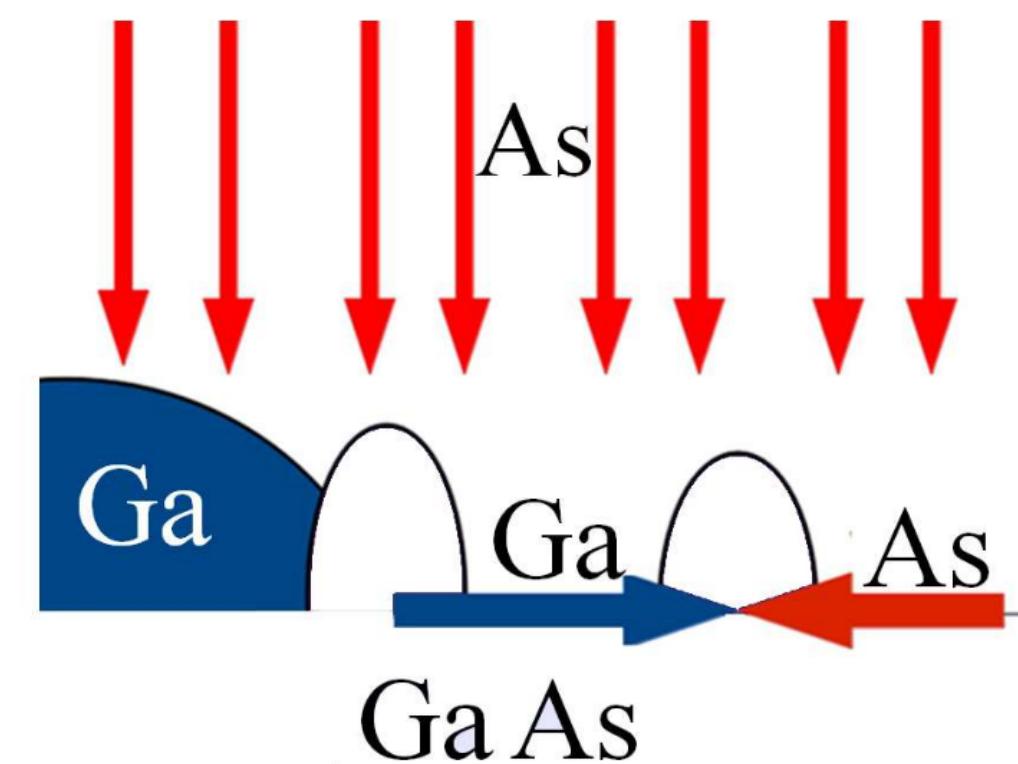
- Между 1D и 0D
- Уникальные магнитные свойства



Квантовые кольца в ИНТЭЛ



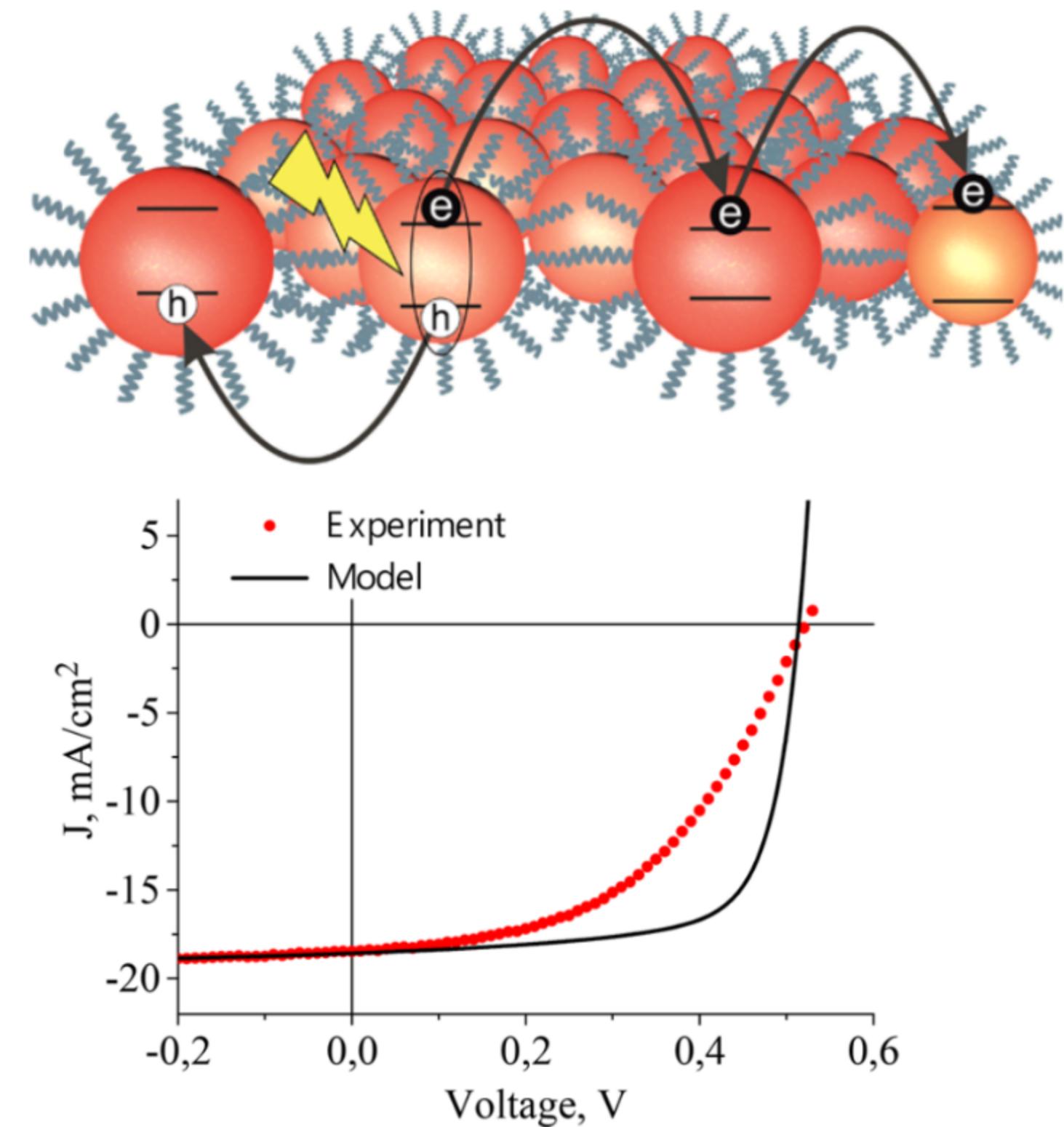
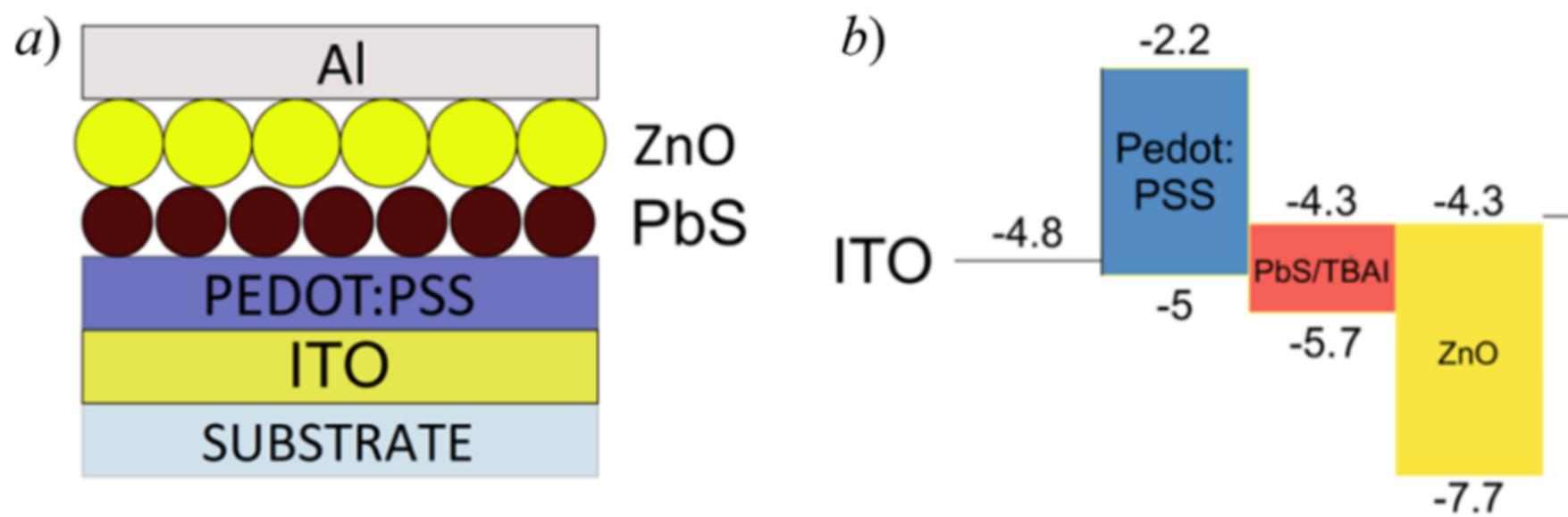
- Изучен механизм капельной эпитаксии квантовых колец
- Созданы ансамбли КК разной формы и размеров
- Исследованы их оптические, электронные и магнитные свойства

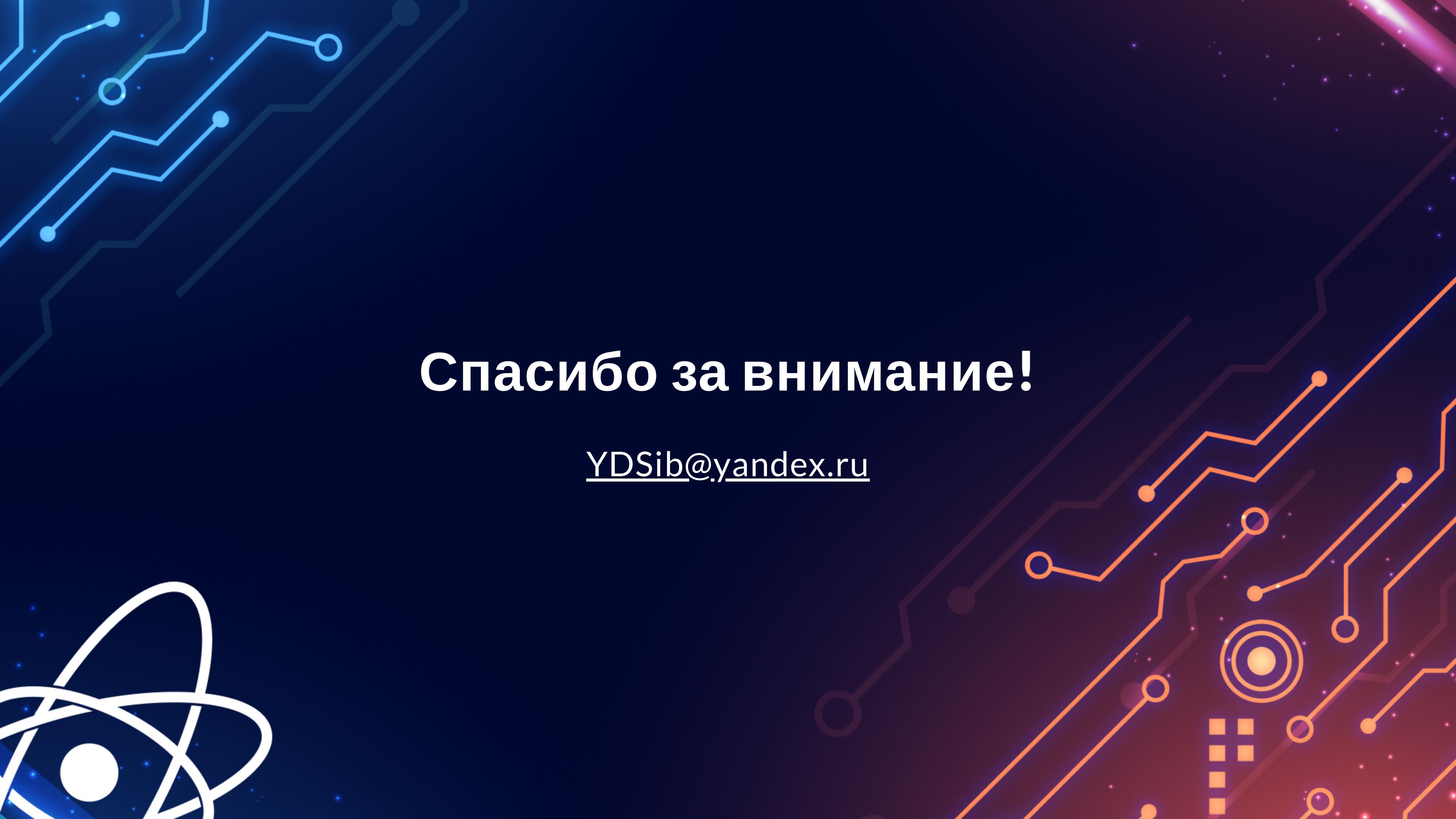


Квантовые точки в ИНТЭЛ

Теоретически и экспериментально исследованы солнечные элементы на коллоидных КТ.

Обнаружено, что добавление квантовых точек увеличит КПД дешёвых СБ на тонких плёнках.





Спасибо за внимание!

YDSib@yandex.ru