

# Квантовые точки

Уникальный материал для систем  
криптозащиты



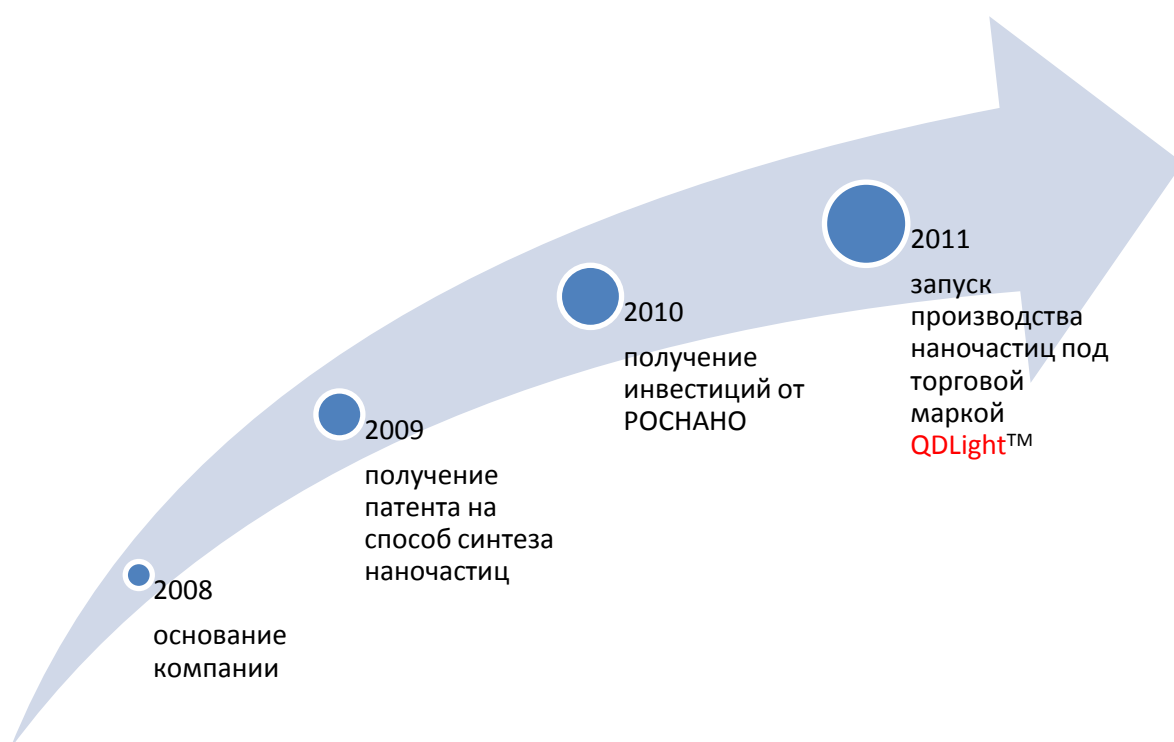
ООО «НТИЦ «Нанотех-Дубна»  
141980, г.Дубна ул.Программистов 4,стр.4  
t/f: +7 496 219 06 50  
e: info@qdlight.ru  
w: www.qdlight.ru

## История компании

Нанотех-Дубна – инновационная российская компания, ведущая свою деятельность в сфере нанотехнологий.

Компания является разработчиком и обладателем собственной запатентованной технологии коллоидного синтеза полупроводниковых нанокристаллов (квантовых точек).

Технология производства наночастиц масштабируема и позволяет своевременно реагировать на изменение спроса продукции на рынке.



Компания является спин-офф Центра высоких технологий (ФГУП «НИИПА»), а с 2010 года акционером Нанотех-Дубна стала корпорация, реализующую государственную политику по развитию nanoиндустрии в России – ОАО «Роснано».

Нанотех-Дубна ставит перед собой задачу быть мировым лидером на рынке квантовых точек.

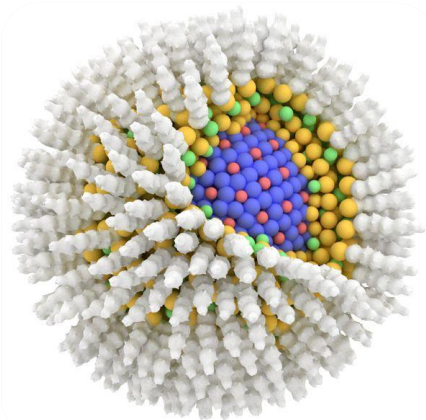


Рисунок 1 Особая экономическая зона "Дубна". Место расположения компании



Рисунок 2 R&D площадка Нанотех-Дубна

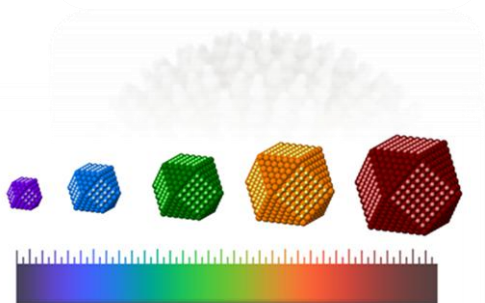
## Квантовые точки



**Компания производит полупроводниковые наночастицы – квантовые точки в объеме до 20 кг в год.** При наличии спроса технология масштабируема до 100 кг в год и выше

**Квантовые точки (КТ)** — полупроводниковые кристаллы с характерным размером от единиц до десятков нанометров.

Квантовые точки превосходят традиционные люминофоры по фотостабильности и яркости флуоресценции.



Цвет флуоресценции зависит от размера наночастиц

## Системы криптозащиты

В качестве элемента системы криптозащиты квантовые точки используются для создания большого количества различных комбинаций (кодирующих меток) в целях нанесения на различные объекты (бумага, металл, керамика, дерево, ткани) и последующего дистанционного или контактного считывания.

Данная технология маркирования служит для защиты особо важных документов и объектов от подмены или подделки за счет уникальных спектральных характеристик квантовых точек.

Продукцией компании является нанокompозитный состав, проявляющий уникальные оптические свойства. При облучении УФ, фиолетовым, синим, зеленым светом наблюдается сложносоставная флуоресценция. Отличительной особенностью метки является сочетание оригинального цвета самой метки и цвета флуоресценции при облучении УФ или видимым источником света (в том числе узко- и широкополосным).

Помимо визуального контроля, возможно считывание флуоресцентного кода с помощью портативного прибора. Реализованы варианты простых кодовых комбинаций в сочетании с недорогим и компактным устройством определения кодов, а также сложносоставная маркировка, позволяющая, в том числе, зашифровывать информацию о защищаемом объекте, при использовании спектрометрических средств считывания.

## Особенности технологии

### 1. Фотостабильность

Неорганическая (полупроводниковая) природа используемых наночастиц обеспечивает феноменальную устойчивость к фотообесцвечиванию сроком до 10-15 лет

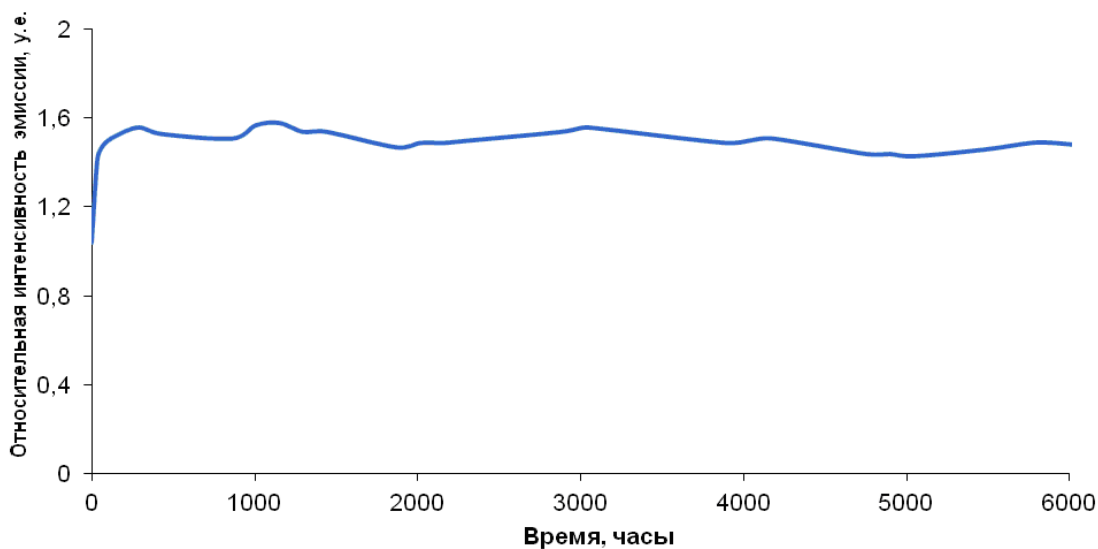
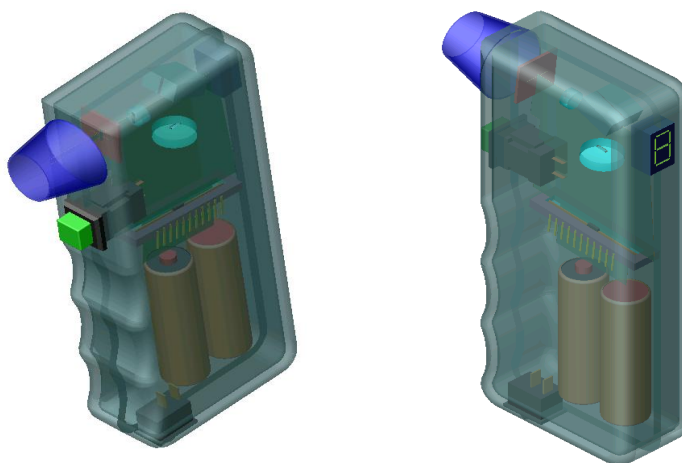


График изменения интенсивности люминесценции (регистрация сигнала на 620 нм) силиконовой пластины с ККТ вида CdSe/CdS/ZnS при облучении синим светодиодом (450 нм, 12 Вт) в течение 6000 часов при температурах от 30÷50 °С.

### 2. Машиночитаемость

Маркировка на основе квантовых точек обладает флуоресцентными машиночитаемыми признаками, отличными от всех известных классов люминофоров. В частности, возможно распознавание метки при возбуждении источниками излучения с разными длинами волн эмиссии, в том числе в видимом диапазоне спектра.



Макет считывающего устройства

Компанией совместно с Центром высоких технологий (ФГУП «НИИПА») разработан опытный образец устройства, считывающего флуоресцентные метки менее чем за 0,1 с и максимальной дальностью считывания 10 мм.

### 3. Кодирование

Предлагаемый подход позволяет создать более 1 млн. комбинаций (кодирующих меток) в целях маркирования различных объектов (бумага, полимеры, металлы).

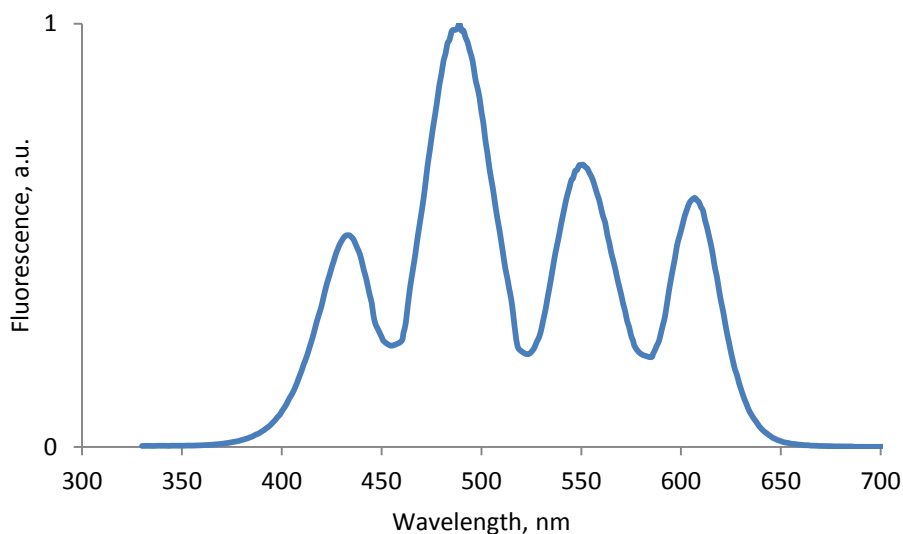


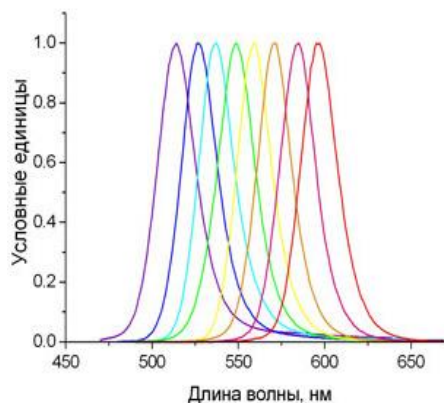
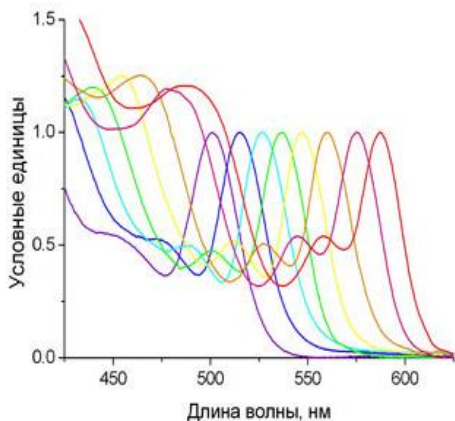
Рисунок 3. Спектр флуоресценции люминесцентной метки на основе смеси 4-х видов ККТ (1 – на основе ZnSe, 2 – на основе CdS/ZnS, 3 – на основе CdSe/ZnS, 4 – на основе CdSe/CdS/ZnS).

### 4. Маскировка метки

Реализована возможность создания скрытой метки, идентифицируемой при проведении специальной процедуры проявления.

### 5. Произвольный цвет флуоресценции метки

Предлагаются флуоресцентные метки с длиной волны эмиссии в УФ, видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра с шагом 10 нм.





ООО «НТИЦ «Нанотех-Дубна»  
 141980, г.Дубна ул.Программистов 4,стр.4  
 t/f: +7 496 219 06 50  
 e: info@qdlight.ru  
 w: www.qdlight.ru

Рисунок 4. Спектры поглощения (слева) и флуоресценции (справа) флуоресцентных меток

Полуширина пиков флуоресценции наночастиц QDLight – 20-30 нм, что меньше, чем у известных органических красителей – 35-40 нм, и, соответственно, позволяет создавать большее количество кодовых комбинаций.

Сочетание уникальных спектров поглощения с симметричностью и малой полушириной пиков флуоресценции предлагаемых люминофоров делает трудной подделку маркирующих составов на их основе посредством использования каких-либо органических красителей.

Достигнут квантовый выход (КВ) флуоресценции нанокристаллов – 90%, что обеспечивает возможность детектирования малых количеств (не видимых глазом) наносимых маркирующих составов. Флуоресцирующие наночастицы также существенно превосходят все известные красители по фотостабильности, что гарантирует сохранение полезных свойств при любых долговременных условиях эксплуатации.

Совокупность описанных оптических свойств полупроводниковых нанокристаллов делает их идеальными кандидатами для создания маркирующих смесей.

## Технические параметры

Количество создаваемых кодов маркирования, шт.	Более 1 млн.
Срок сохранения и идентификации заданного кода на объекте маркирования	До 20 лет
Устойчивость к прямому длительному воздействию солнечного света и других неблагоприятных факторов окружающей среды	да
Диапазон температурно-влажностных режимов, при которых сохраняется заданная кодовая узнаваемость	От -60 °С до +200 °С
Рабочий диапазон спектра	УФ, видимый, ИК

### Возможные полимерные матрицы для КТ

Полиэтилен, полипропилен	хорошие барьерные свойства, устойчивость к внешней среде, термопластичность
Поливинилбутираль, поливиниловый спирт	высокая адгезия к различным поверхностям, прозрачность)
Полиакрилаты	уникальные оптические свойства
Полиуретаны	эластичность, прозрачность, устойчивость к внешней среде
Фторполимеры	высокая устойчивость к внешней среде, простота формирования волокон



## Внедрение

Разработка криптографических систем на основе квантовых точек является одним из основных для Нанотех-Дубна. В качестве технологического партнера и потенциального потребителя мы сотрудничаем с ФГУП «Гознак». ФГУП «Гознак» является крупнейшим российским предприятием на рынке защищенной полиграфии.

На базе и по методикам ФГУП «НИИ ГОЗНАК» проведены независимые климатические испытания опытных образцов флуоресцентных меток с использованием квантовых точек. Испытания проводились в четырех режимах:

- умеренного климата (5 суток при  $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ , относительная влажность  $(40\pm 2)\%$ );
- тропического климата (5 суток при  $(50\pm 2)^\circ\text{C}$ , относительная влажность  $(95\pm 2)\%$ );
- **Ускоренное старение термическое** – 24 часа при  $70^\circ\text{C}$  с циркуляцией воздуха;
- **Ускоренное светотепловое старение** – 24 часа в приборе «Xenotest» при  $45^\circ\text{C}$  и относительной влажности 55% (Облучение проводили в диапазоне волн от 300 до 800 нм (излучение видимое + УФ). Тип источника излучения - ксеноновая лампа NXe2000NE мощностью 2кВт.)

Во всех режимах образцы продемонстрировали отличную устойчивость.

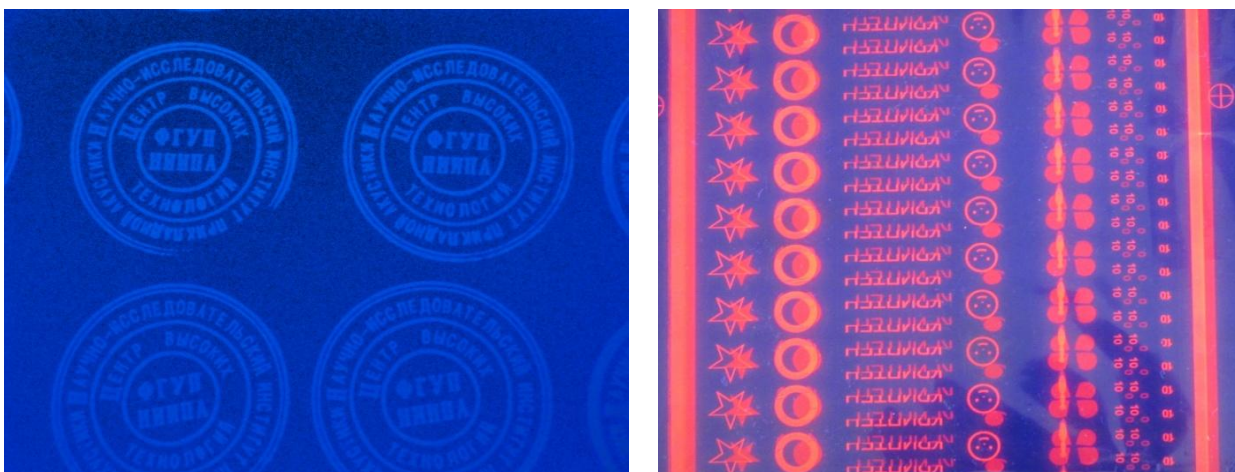


Рисунок 5. Образец штемпельной краски на основе КТ – слева, образец флексопечати с использованием КТ – справа

## Формат взаимодействия

Компания Нанотех-Дубна открыта для взаимодействия с партнерами.

Установление плотного взаимодействия с партнерами и разработка продукта или материала в соответствие с технологическими требованиями наших партнеров является основным драйвером внедрения инноваций.