

DOI: 10.17586/1023-5086-2024-91-06-3-4

## Квантовые точки: зарождение нанотехнологии

**Александр Васильевич Баранов**

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

[a\\_v\\_baranov@itmo.ru](mailto:a_v_baranov@itmo.ru) <https://orcid.org/0000-0002-9976-8532>

## Quantum dots: the birth of nanotechnology

**ALEKSANDER BARANOV**

ITMO University, St. Petersburg, Russia

[a\\_v\\_baranov@itmo.ru](mailto:a_v_baranov@itmo.ru) <https://orcid.org/0000-0002-9976-8532>

4 октября 2023 года Нобелевский комитет объявил имена лауреатов в области химии за «открытие и синтез квантовых точек», представляющих собой полупроводниковые частицы нанометровых размеров (нанокристаллы), физико-химические свойства которых определяются эффектами пространственного квантования энергии трансляционного движения носителей заряда в трёх направлениях.

Лауреатами премии стали Алексей Екимов, Луис Брюс и Мунги Бавенди. Наряду с американскими учёными Луи Брюсом и Мунги Бавенди лауреатом премии стал Алексей Екимов, доктор физико-математических наук, специалист в области физики твёрдого тела и оптики.

Именно под руководством Алексея Екимова в самом начале 1980-х годов в ленинградском Государственном оптическом институте имени С.И. Вавилова впервые обнаружили влияние квантовых размерных эффектов на оптические свойства синтезированных квантовых точек — нанокристаллов хлорида меди, которые нашли теоретическое обоснование в работе сотрудников ленинградского Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе Александра и Алексея Эфросов.

Присуждение уже второй Нобелевской премии в области естественных наук за иссле-

дования полупроводниковых наноструктур (лауреатом первой по физике в 2000 году был академик Жорес Алфёров) показывает высокий уровень исследований в области физики твёрдого тела и оптики, проводимых в Ленинграде в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе и Государственном оптическом институте имени С.И. Вавилова.

Открытие квантовых точек, собственно, и привело к появлению нового направления современной науки и техники — нанотехнологии.

Без квантовых точек невозможны были бы современные дисплеи телевизоров и компьютеров, светодиоды, солнечные батареи, а также флуоресцентные метки для использования в биомедицинских приложениях. Результаты исследования уникальных физико-химических, и в первую очередь оптических, параметров квантовых точек привели к возникновению интереса к развитию методов исследования и изучению широкого круга твёрдотельных наноструктур с характерными размерами в единицы нанометров, для которых эффекты размерного квантования отсутствуют, но присущими им оптическими свойствами, для формирования функциональных элементов в различных приложениях можно управлять, несколько меняя, например, химический состав. Привлекательными особенностями здесь

являются высокая интенсивность и стабильность люминесценции, способность к контролируемой самоорганизации и образованию гибридных структур, а также химическая активность поверхности, допускающая присоединение молекул-линковщиков для селективной связи наночастицы с заданной мишенью. Среди таких наноструктур отметим наночастицы перовскитов с квантовым выходом люминесценции, близким к единице для фотодетекторов и светодиодов, экологически безопасные и дешёвые в массовом производстве люминесцирующие углеродные наночастицы с легко функционализируемой поверхностью, наноалмазы с внедрёнными люминесцирующими центра-

ми окраски, демонстрирующие высокую химическую и физическую стабильность, а также плазмонные металлические наночастицы, формирующие интенсивные электромагнитные поля и высокую плотность фотонных состояний вблизи поверхности наночастицы.

Именно поэтому в настоящем номере Оптического журнала, посвящённом в основном исследованию объектов нанотехнологии, приведены результаты исследований не только квантовых точек, но и материалы по изучению люминесцирующих углеродных точек и нанокристаллов перовскита, а также источников их возбуждения и возможного использования для квантовых фотонных гейтов.

**Доктор физико-математических наук,  
профессор Университета ИТМО**

***Александр Васильевич Баранов***



Известный специалист в области экспериментальной оптической спектроскопии сложных молекул, углеродных наноматериалов и полупроводниковых квантовых наноструктур. Окончил Физический факультет (1975 г.) и аспирантуру Ленинградского государственного университета, где в 1979 году получил степень кандидата физ.-мат. наук. С 1978 по 2006 год работал в ГОИ им С.И. Вавилова, где в 1999 году защитил докторскую диссертацию по специальности «Оптика».

С 2006 года и по настоящее время является профессором Университета ИТМО. А.В. Барановым проведены пионерские исследования физических механизмов плазмонного усиления резонансного комбинационного и гиперкомбинационного рассеяния света углеродными наноструктурами и полупроводниковыми квантовыми точками.

Выполнены приоритетные исследования электронных и колебательных возбуждений в квантовых наноструктурах с использованием спектроскопии резонансного двухфотонного возбуждения, исследованы процессы самоорганизации нанокристаллов в упорядоченные двух- и трёхмерные структуры, перенос энергии в системах полупроводниковых и углеродных нанокристаллов, а также функциональных органических молекул. В последнее время областями интересов является исследование свойств оптически активных хиральных наноструктур и их комплексов с органическими молекулами, а также люминесцентных центров окраски в алмазных нано- и микрочастицах.

А.В. Баранов неоднократно являлся руководителем проектов РФФИ, РФФИ и Минобрнауки, получал гранты на проведение исследований в научных центрах Франции (CNRS), Японии (JSPS) и Ирландии (ISF). В 1996–1997 годах он был приглашённым профессором университета Цукубы (Япония), в течение 1999 года проводил исследования в проекте «Masumoto Single Quantum Dot», JSTC, Япония, в 2004 году им прочитан курс лекций в Токийском технологическом институте. Автор более 300 научных статей в индексируемых журналах, из которых практически треть в журналах Q1, а также более десяти патентов.