

Развитие и перспективы нанохимии

Доно Давронбековна Бабаджанова
yunusbek87@gmail.com

Ургенчский государственный университет

Аннотация: Главной целью моей работы является ознакомление с нанохимией в области нанотехнологии. Область науки и техники, именуемая нано - технологией, появилась сравнительно недавно. Наноматериалы - это материалы, разработанные на основе наночастиц с уникальными характеристиками, вытекающими из их наноразмеров. Современная тенденция к микроминиатюризации технических устройств показала, что вещество электронной техники может иметь совершенно новые свойства, если взять очень маленькую частицу этого материала.

Ключевые слова: нано - технология, нанохимия, нанообъекты, наночастицы, углеродные нанотрубки, наноаккумуляторы, наномедицина, наноробот, центральные процессоры, сканирующий зондовый микроскоп, антенна-осциллятор

Development and prospects of nanochemistry

Dono Davronbekovna Babadjanova
yunusbek87@gmail.com

Urgench State University

Abstract: The main goal of my work is to introduce nanochemistry in the field of nanotechnology. The field of science and technology called nanotechnology has emerged relatively recently. Nanomaterials are materials developed on the basis of nanoparticles with unique characteristics arising from their nanosize. The current trend towards microminiaturization of technical devices has shown that the substance of electronic technology can have completely new properties if we take a very small particle of this material.

Keywords: nanotechnology, nanochemistry, Nano-objects, nanoparticles, carbon nanotubes, Nanoaccumulators, Nanomedicine, nanorobot, Central processors, Scanning probe microscope, antenna-oscillator.

Первое упоминание методов, которые впоследствии будут названы нанотехнологиями, многие источники связывают с выступлением Ричарда

Фейнмана в 1959 г. в Калифорнийском технологическом институте на ежегодной конференции Американского физического общества. Фейнман предположил, что возможно механически перемещать одиночные атомы при помощи манипулятора соответствующего размера, и, по крайней мере, такой процесс не противоречит известным физическим законам.

Первые предположения о возможности исследования объектов на атомном уровне можно встретить в книге «Optics» Исаака Ньютона, вышедшей ещё в 1704 г. В ней великий учёный выражает надежду, что микроскопы будущего когда-нибудь смогут исследовать «тайны корпускул, из которых состоит вся материя».

Впервые термин нанотехнология употребил американец японского происхождения Норио Танигути в 1974 году. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров. С тех пор этот термин стал общеизвестным в науке.

В 1980-х годах этот термин использовал Эрик К. Дрекслер в своих книгах: «Машины создания: Грядущая эра нанотехнологии» («Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology») и «Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation». Центральное место в его исследованиях играли математические расчёты, с помощью которых, теоретически, возможно проанализировать работу микроминиатюрных устройств, размерами в несколько нанометров.

В 2009 г. группа учёных из университета Висконсин–Мэдисон доказала, что законы трения в макро- и наном мире аналогичны.

Частицы размерами от 1 до 100 нм обычно называют наночастицами. Так, например, оказалось, что наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства. Другие материалы показывают удивительные оптические свойства. Например, сверхтонкие пленки органических материалов применяются для производства солнечных батарей. Такие батареи, хотя и обладают сравнительно низкой квантовой эффективностью, более дешёвы и механически гибки. Удалось добиться взаимодействия искусственных наночастиц с природными объектами наноразмеров - белками, нуклеиновыми кислотами и др. Тщательно очищенные наночастицы могут самопроизвольно выстраиваться в определённые структуры. Такая структура содержит строго упорядоченные наночастицы и также проявляет необычные свойства[1].

Нанообъекты делятся на три основных класса. Трёхмерные частицы получают путём взрыва проводников, с помощью плазменного синтеза или восстановления тонких плёнок. Двумерные объекты (плёнки) создаются методами молекулярного или ионного наслаивания. Одномерные объекты

(вискеры) производятся методом молекулярного наслаивания, введением веществ в цилиндрические микропоры и т.д.

- *Углеродные нанотрубки* - протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей (графенов) и обычно заканчивающиеся полусферической головкой.

- *Фуллерены* - молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода (другие известные формы углерода - алмаз, карбин и графит) и представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.

- *Графен* - монослой атомов углерода, полученный в 2004 г. в Манчестерском университете. Графен используется как детектор молекул, позволяющий контролировать приход и уход единичных молекул. Носители зарядов в графене обладают высокой подвижностью при комнатной температуре, благодаря чему он оказывается перспективным материалом, заменяющим кремний в интегральных микросхемах.

- *Наноаккумуляторы* - в начале 2005 г. компания Altair Nanotechnologies (США) объявила о создании инновационного нанотехнологического материала для электродов литий-ионных аккумуляторов. Аккумуляторы с $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ электродами имеют время зарядки 10-15 минут. Компания начала производство аккумуляторов, что дало возможность создания электромобиля. В мае 2006 г. успешно завершились испытания автомобильных наноаккумуляторов, после чего был получен первый заказ на поставку литий-ионных аккумуляторов для электромобилей.

- *Наномедицина* - направление в современной медицине, основанное на использовании уникальных свойств наноматериалов и нанообъектов для отслеживания, конструирования и изменения биологических систем человека на наномолекулярном уровне. ДНК-нанотехнологии - используют специфические основы молекул ДНК и нуклеиновых кислот для создания на их основе заранее заданных структур.

- *Нанофармакология* - промышленный синтез молекул лекарств и фармакологических препаратов четко определенной формы (бис - пептиды)[2].

В области компьютерной техники прорывными технологиями являются:

- *Центральные процессоры* - в 2007 г. компания Intel заявила о разработке нового прототипа процессора, содержащего наименьший структурный элемент размерами примерно 45 нм. В дальнейшем компания намерена достичь размеров структурных элементов до 5 нм. Основной конкурент Intel, компания AMD, также давно использует для производства своих процессоров

нанотехнологические процессы, разработанные совместно с компанией IBM. Характерным отличием от разработок Intel является применение дополнительного изолирующего слоя SOI, препятствующего утечке тока за счет дополнительной изоляции структур, формирующих транзистор. К настоящему времени существуют рабочие образцы процессоров с транзисторами размером 32 нм и опытные образцы на 22 нм.

- *Жёсткие диск* - в 2007 году Питер Грюнберг и Альберт Ферт получили Нобелевскую премию по физике за открытие GMR-эффекта, позволяющего производить запись данных на жестких дисках с атомарной плотностью информации.

- *Сканирующий зондовый микроскоп* - микроскоп высокого разрешения, основанный на взаимодействии иглы кантилевера (зонда) с поверхностью исследуемого образца. Обычно под взаимодействием понимается притяжение или отталкивание кантилевера от поверхности из-за сил Ван-дер-Ваальса (приводящих к слипанию материалов под действием сил межмолекулярного взаимодействия). Но при использовании специальных устройств в самом зонде (кантилевере) можно изучать электрические и магнитные свойства поверхности. СЗМ может исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности даже через слой жидкости, что позволяет работать с органическими молекулами (ДНК). Пространственное разрешение сканирующих зондовых микроскопов зависит от характеристик используемых зондов. Разрешение достигает атомарного по горизонтали и существенно превышает его по вертикали[3].

- *Наноантенна (нантенна)* - устройство преобразования солнечной энергии в электрический ток, построенное по принципу выпрямляющей антенны, но работающее не в радиодиапазоне, а в оптическом диапазоне длин волн электромагнитного излучения. Идея использования антенн для сбора солнечной энергии была впервые предложена Робертом Бейли в 1972 году. Также эта идея была предложена Николой Тесла в патенте № 685,957 от 05.11.1901.

Возможна и другая, расширенная трактовка данного термина, согласно которой под наноантенной следует понимать миниатюрную антенну, габариты которой не превышают сотен микрон, а один из размеров составляет 100 и менее нанометров. Примером такого рода наноантенн являются диполи на основе нанотрубок, обеспечивающие работу с сигналами частотой несколько сотен ГГц.

Наноантенна является коллектором электромагнитного излучения, предназначенным для поглощения энергии определенной длины волны, пропорциональной размеру наноантенны. В настоящее время Национальная

лаборатория штата Айдахо разработала наноантенны для поглощения длин волн в диапазоне 3-15 мкм,^[3] что соответствуют энергии фотонов 0.08-0.4 эВ. На основе теории антенн наноантенна может эффективно поглотить свет любой длины волны при условии, что размер наноантенны оптимизирован под конкретную длину волны. В идеале наноантенны лучше всего использовать для поглощения света на длинах волн 0.4-1,6 мкм, потому что эти волны имеют бóльшую энергию, чем инфракрасные (длинные волны), и они составляют около 85% солнечного спектра излучения (см. рис. 1)[4].

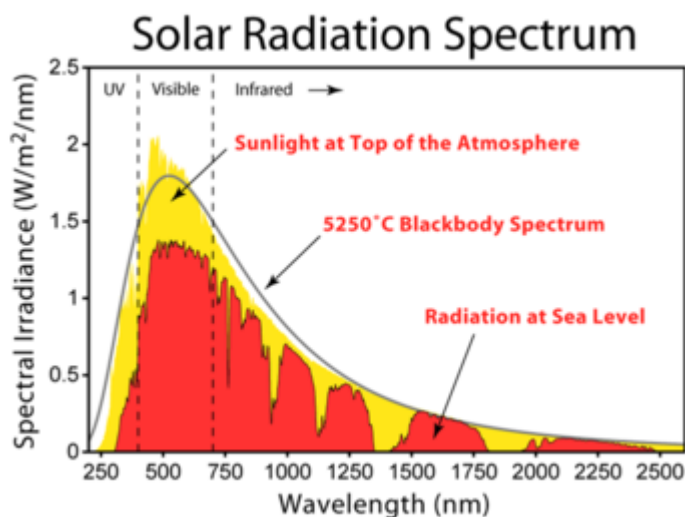


Рис. 1. Спектральная плотность облучения солнечного света. Красная область показывают плотность облучения на уровне моря. Провалы в ней объясняются поглощением света в атмосфере.

Рис. 2. Антенна радиотелескопа РТ 7.5. Диаметр зеркала 7,5 м, рабочий диапазон длин волн 1—4 мм

- *Антенна-осциллятор* - в 2005 г. в лаборатории Бостонского университета была получена антенна-осциллятор размерами порядка 1 мкм. Это устройство насчитывает 5000 миллионов атомов и способно осциллировать с частотой 1,49 гигагерц, что позволяет передавать с её помощью огромные объёмы информации.

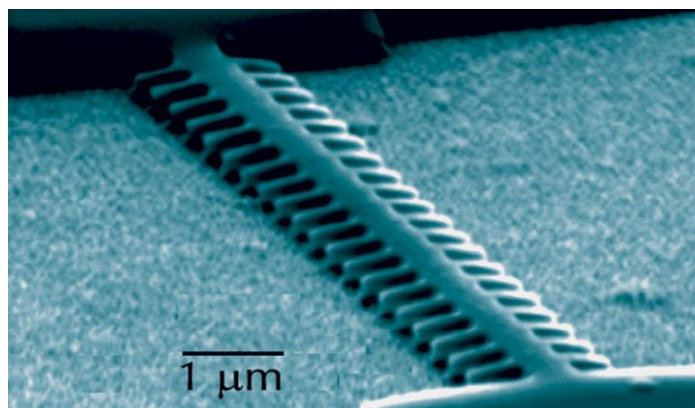


Рис. 3. Кремниевый кристалл

На этой сканирующей электронной микрофотографии изображен, превращенный в антенный генератор, который может вибрировать примерно 1,5 миллиарда раз в секунду. Генератор антенного типа представляет собой наномеханическую монокристаллическую структуру кремния. Используя эту конструкцию, движения, в 1000 раз меньшие, чем нанометровый масштаб, превращаются в движение всей микронной структуры. Работая на гигагерцовой скорости, эта технология может способствовать дальнейшей миниатюризации устройств беспроводной связи, таких как сотовые телефоны. Этот макроскопический наномеханический осциллятор состоит примерно из 50 миллиардов атомов кремния.

- **РАЗМЕР:** Центральный кремниевый пучок имеет длину 10,7 мкм и ширину 400 нм; «лопасти» по бокам имеют длину 500 нм и ширину 200 нм.

- **ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ:** Сканирующий электронный микроскоп

- *Плазмоны* - коллективные колебания свободных электронов в металле. Характерной особенностью возбуждения плазмонов считается так называемый плазмонный резонанс, предсказанный ещё в начале XX века. Длина волны плазмонного резонанса, например, для сферической частицы серебра диаметром 50 нм составляет примерно 400 нм, что указывает на возможность регистрации наночастиц далеко за границами дифракционного предела (длина волны излучения много больше размеров частицы). В начале 2000 г., благодаря быстрому прогрессу в технологии изготовления частиц наноразмеров, был дан толчок к развитию новой области нанотехнологии - наноплазмонике. Оказалось возможным передавать электромагнитное излучение вдоль цепочки металлических наночастиц с помощью возбуждения плазмонных колебаний.

В робототехнике революционными прорывами можно считать:

- *Молекулярные роторы* - синтетические наноразмерные двигатели, способные генерировать крутящий момент при приложении к ним нужной энергии.

- *Нанороботы* - роботы, созданные из наноматериалов и размером сопоставимые с молекулой, обладающие функциями движения, обработки и передачи информации, исполнения программ. Нанороботы, способные к созданию своих копий, то есть самовоспроизводству, называются репликаторами. Возможность создания нанороботов предложил Эрик Дрекслер. Вопросы разработки нанороботов и их компонентов рассматриваются на профильных международных конференциях.

- *Молекулярные пропеллеры* - наноразмерные молекулы в форме винта, способные совершать вращательные движения благодаря своей специфической форме, аналогичной форме макроскопического винта.

- *Игры нанороботов* - с 2006 г. в рамках проекта RoboCup (чемпионат мира по футболу среди роботов) появилась номинация «Соревнования нанороботов» «Nanogram Competition», в которой игровое поле представляет собой квадрат со стороной 2,5 мм. Максимальный размер игрока ограничен 300 мкм.

- *Концептуальные устройства связи*. Фирма Nokia представила NokiaMorph - проект сотового нанотелефона будущего, созданный совместно научно-исследовательским подразделением Nokia и Кембриджским университетом на основе использования нанотехнологических материалов.

Мировые инвестиции в сферу разработки нанотехнологий почти удваиваются ежегодно и уже достигают сотен миллиардов долларов. На долю частных инвесторов - корпораций и фондов - приходится примерно две трети инвестиций, на долю государственных структур - одна треть. Мировыми лидерами по общему объёму капиталовложений в этой сфере стали Япония и США[6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нанотехнологии уже давно вошли в искусство, и многие произведения современных художников касаются нанотехнологической тематики. Возникло новое современное направление наноарт (наноискусство) - вид искусства, связанный с созданием художником скульптур (композиций) микро- и наноразмеров (10^{-6} и 10^{-9} м, соответственно) под действием химических или физических процессов обработки материалов, фотографированием полученных нано-образов с помощью электронного микроскопа и обработкой черно-белых фотографий в графических редакторах. Нанороботам и их роли в социальном прогрессе посвящены многие композиции.

Использованная литература

1. Горбунова Наталья Анатольевна, Туниева Елена Карленовна Нанотехнологии в мясной промышленности - фантастика или реальность? // Журнал Все о мясе. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanotehnologii-v-myasnoy-promyshlennosti-fantastika-ili-realnost>

2. Черкесова Л. В., ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ Год издания: 2016 ISBN: 978-5-91327-382-6 Научная электронная библиотека Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания <https://monographies.ru/en/book/view?id=564>

3. Рыбалкина М. «Нанотехнологии для всех». М.: УРСС. 2005. 444с.;

4. Слюсар, В.И. Наноантенны: подходы и перспективы. - С. 58 - 65. Электроника: наука, технология, бизнес. – 2009. - № 2. С. 58 – 65 (2009)

5. Raj Mohanty, Boston University Scientific Image - Nanomechanical Antenna Oscillator YEAR CREATED 2014

6. Леонова В.А., Конькова Т.В. НАНО ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ IX Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум - 2017
<https://scienceforum.ru/2017/article/2017032874>