

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет»
(Астраханский государственный университет)

кафедра философии

РЕФЕРАТ

**для сдачи кандидатского экзамена
по истории и философии науки**

**на тему: «История развития исследований наномолекулярных
веществ различной природы»**

Выполнил:
Джафарли Орхан Тельман оглы
аспирант кафедры Биотехнологии, зоологии и аквакультуры

Астрахань – 2021 г.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| 1. Общая история развития нанотехнологии. Хронология событий. | 4 |
| 1.1 Примеры использования нанотехнологии в древности. | 4 |
| 1.2 История развития нанотехнологии в XX веке. | 9 |
| 2. Особенности наноматериалов и их классификация. | 11 |
| 3. Роль микроскопии в развитие исследований наномолекулярных веществ. | 13 |
| 3.1 Первые в истории наблюдения с помощью микроскопа за квантовым миром..... | 14 |
| 4. Фуллерены. История открытия фуллеренов | 15 |
| 5. Квантовая точка. История nano кристаллов полупроводников. Использование квантовых точек в разных сферах науки. | 16 |
| 6. Технология DPN (Dip-pen nanolithography)..... | 19 |
| 7. Проблемы развития исследований nano молекулярных веществ различной природы в мире..... | 20 |
| 8. Заключение. | 21 |
| Литература | 22 |

Введение

Нанотехнологии. Что же это такое? Как они развивались? Какие вещества на молекулярном уровне имеют наноструктуру? Почему наша цивилизация так стремится изучить данный аспект науки? Неужели нанотехнология может облегчить нашу жизнь и дать то, чего больше всего люди пытались получить с древних времен? Насколько реалистичны эти прогнозы, и как наше общество поведет себя при таких темпах развития нанотехнологий, справится ли с теми проблемами, которые возникают при продвижении данной науки?

В данном реферате приводится попытка ответить на эти вопросы и определить в чем заключается универсальность и незаменимость нанотехнологий.

Нанотехнологии позволяют создавать материалы, устройства и технические системы, функционирование которых определяется наноструктурой. Фрагменты этих материалов и систем по своему размеру колеблются от 1 до 100 нм (10^{-9} м). Греческое слово "нанос" переводится как "гном". При уменьшении размера частиц вещества от 100 до 10-ти нанометров и менее, свойства материалов кардинально изменяются и дают возможность использовать новые характеристики в самых передовых технологиях.

На данном этапе исследования нанотехнологий человечество добилось заметных успехов и открыло огромное количество новых свойств материалов, которые можно применить, но, к сожалению, это только начало и мы пока не смогли полностью раскрыть весь потенциал этой науки. Нанопродукция в ближайшие десятилетия расширит взаимодействие человека с миром и приведет к росту экономики и благосостоянию всего человечества.

По статистике, Россия входит в топ 5 стран, которые заинтересованы в активном развитии нанотехнологий и вложили огромное количество средств в продвижение этого направления. По данным Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), на R&D (от англ. Research and Development) в сфере нанотехнологий государство в общей сложности

выделило около 900 млн долларов в 2010-2011 годах. К сожалению, принятая государством в 2008 году "Программа развития наноиндустрии в Российской Федерации" завершилась в 2015 году. На данном этапе государство поддерживает высокий темп развития нанотехнологий, однако пик спонсирования приходился на начало 2010-ых годов.

1. Общая история развития нанотехнологии. Хронология событий.

1.1 Примеры использования нанотехнологии в древности.

Основоположником нанотехнологии как науки считается греческий философ Демокрит. Примерно в 400 г. до н. э. он впервые использовал слово «атом», что в переводе с греческого означает «неделимый», для описания самой малой частицы вещества.

В античности золотыми наночастицами стеклу придавали рубиновый цвет. По словам историка науки Ричарда Букера становится ясно что историю нанотехнологий создать крайне сложно по двум причинам. «Размытость» самого этого понятия - одна из этих причин. Нанотехнологии часто не являются «технологиями» в привычном смысле этого слова. Во-вторых, человечество всегда пыталось экспериментировать с нанотехнологиями, не имея понятия о сути данных технологий и их фундаментального отличия от других производственных технологий. Например, стеклодувы античности и средневековья неосознанно являлись первыми нанотехнологами, когда добавляли хлорид золота в расплавленное стекло, что придавало ему характерный рубиновый цвет вследствие появления золотых наночастиц. В Британском Музее хранится, так называемый «Кубок Ликурга» (на стенах кубка изображены сцены из жизни этого великого спартанского законодателя), изготовленный древнеримскими мастерами примерно в 5-ом веке – он содержит микроскопические частицы золота и серебра, добавленные в стекло. При различном освещении (цвет менялся в зависимости от луча, так

как, прямые и отражаемые лучи создавали разные эффекты) кубок меняет цвет – от темно-красного до светло-золотистого.



Рисунок 1. Кубок Ликурга

В 6-15-ом веках аналогичные технологии применялись и при создании витражей средневековых европейских соборов. При создании таких витражей в соборах использовалось коллоиды (коллоид — это смесь, в которой очень маленькие частицы одного вещества равномерно распределены по всему другому веществу). Окрашенное стекло, название которого можно перевести как «Фиолетовый Кассиуса», имело в своем составе наночастицы золота.



Рисунок 2. Использование наночастиц золота для окраски стекла.

В 9-17-ом веках при создании стекла и керамической глазури использовали не только наночастицы золота, но и другие металлы. Под воздействием высокой температуры эти изделия получали необычный окрас. Хейлитаг и Нидербергер в 2013 году исследовали примеры использования наночастиц в древние времена. Например, металлический блеск

глазурированной керамики появился в Месопотамии в IX веке. Эти украшения показали удивительные оптические свойства благодаря наличию отдельных наночастиц серебра и меди, диспергированных во внешних слоях глазури. Пример на рис. 3а показывает радужную оболочку при зеркальном отражении яркими синими и зелеными цветами. Анализ с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) выявил двойной слой наночастиц серебра с меньшими размерами (5-10 нм) во внешнем слое и большими (5-20 нм) во внутреннем слое (рис. 3б). Расстояние между двумя слоями постоянно и составляет около 430 нм, что вызывает интерференционные эффекты (рис. 3с).

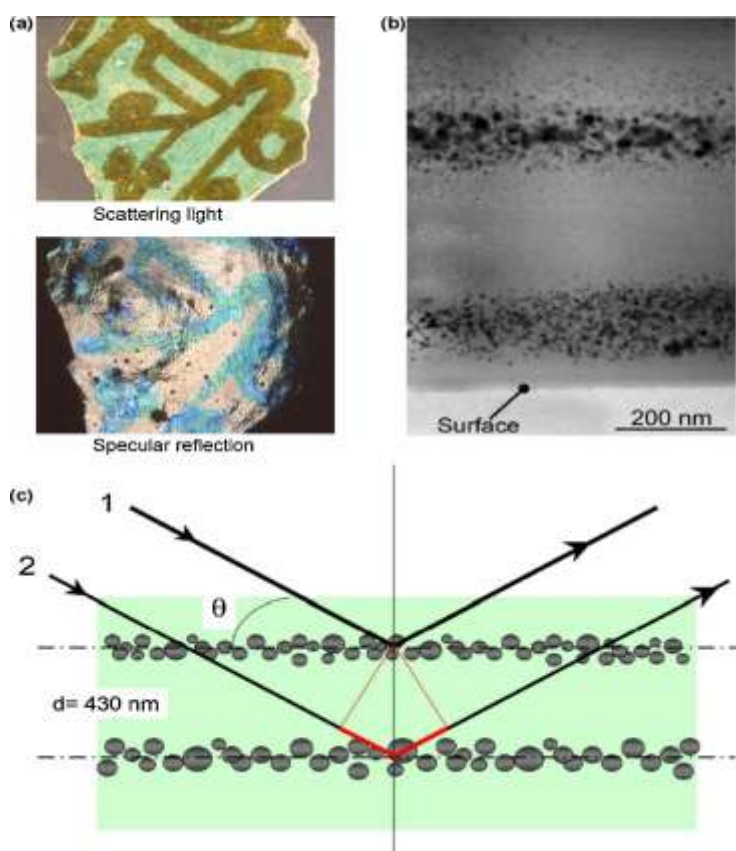


Рисунок 3. Глазурированная керамика IX века в Месопотамии.

Примером использования нанотехнологий в 20-ом веке может послужить то, что, во времена Советского Союза Рубиновые звезды Московского Кремля были сделаны в 1937 г. из стекла с добавкой золота или селена.

Египтяне, греки и римляне использовали наночастицы для создания красителей ещё несколько тысяч лет назад. В исследованиях проведённых в Центре исследований и реставрации французских музеев (Centre de recherche

et de restauration des musées de France), установлено, что древние косметологи использовали соединения на основе свинца, из которых делали частички диаметром всего в 5 нанометров.

В недавних экспериментах доктор Филипп Вальтер показал, что древний процесс окрашивания волос в чёрный цвет является замечательным примером нанотехнологий, успешно используемых до настоящего времени. Проводя эксперименты по окрашиванию волос, учёные нашли, что частички минерала галенита — сульфида свинца (PbS), — применявшегося в древности с этой целью, из раствора проникают глубоко в волос, изменяя его цвет. Они так малы, что оказываются сопоставимы по размеру с квантовыми точками, созданием которых занимаются современные нанотехнологии. Естественную чёрную окраску волос имеет благодаря скоплениям белка меланина размером около 300 нанометров, рассеянным в поверхностном слое волоса. А наночастицы галенита, проникающие в волос при окраске, играют роль меланина, из-за чего и получается тёмный цвет. Только их диаметр примерно в 60 раз меньше, что обеспечивает устойчивое окрашивание. К тому же такие малые частицы не оказывают влияния на механические свойства волоса. Вот так благодаря этим свойствам галенита получилось, что на протяжении двух тысяч лет люди занимались производством наноматериалов, даже не догадываясь об этом.

В 1661 году ирландский химик Роберт Бойль опубликовал статью, в которой раскритиковал утверждение Аристотеля, согласно которому все на Земле состоит из четырех элементов — воды, земли, огня и воздуха (философская основа основ тогдашней алхимии, химии и физики). Бойль утверждал, что все состоит из «корпускул» — сверхмалых деталей, которые в разных сочетаниях образуют различные вещества и предметы. Впоследствии идеи Демокрита и Бойля были приняты научным сообществом.

В 17-ом веке на территории Ирана мастер-кузнец по изготовлению мечей Ассед Уллах мог выковать особые мечи, для изготовления которых нужно было особая сталь под именем дамасская сталь. Петер Пауфлер из

Технического Университета в Дрездене изучил работы данного мастера под Просвечивающим электронным микроскопом (ПЭМ или же ТЭМ). Оказалось, что в изготовление мечей мастер использовал наночастицы, а если быть более точным, то нанотрубки.

По словам Пауфлера: «Если вы посмотрите на расстояние между атомными слоями в этих нанотрубках, то расстояние такое же, как сообщалось другими исследователями массового производства нанотрубок».

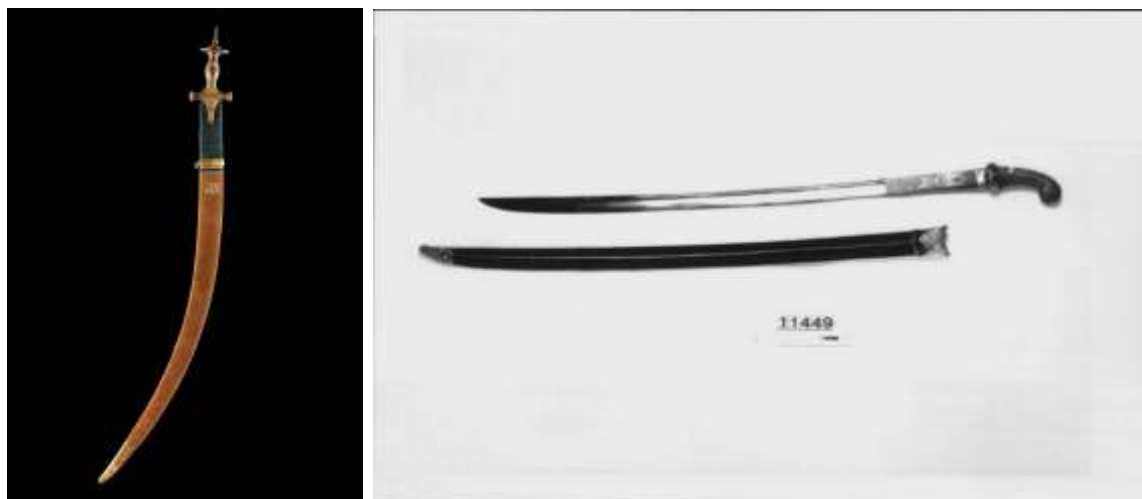


Рисунок 4: Работы известного иранского мастера-кузнеца Ассада Уллаха

1847 год. Английский физик-экспериментатор Майкл Фарадей впервые описал необычные оптические свойства коллоидного золота в сравнении с обычным объёмным металлом. Нужно отметить, что это был первый случай, когда ученые обратили внимание на квантовый размер вещества.

Вероятно, впервые в современной истории нанотехнологический прорыв был достигнут американским изобретателем Джорджем Истмэном (впоследствии основал известную компанию Kodak), который изготовил фотопленку в 1883 году.

1892 год. Д. Ивановским была открыта первая биологическая коллоидная частица – вирус мозаичной болезни табака.

1.2 История развития нанотехнологии в XX веке.

1901 г. У. Рид выделил первый вирус человека – вирус желтой лихорадки. Здесь нужно отметить, что большинство вирусов по размерам варьируются от 20 до 300 нанометров, и они представляют собой биологические наночастицы.

1905 год. Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказывал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.

1931 год. Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.

1936 год. Эрвин Мюллер изобрёл автоэлектронный микроскоп.

1950 год. Эрвин Мюллер получил первое детальное изображение молекулы с помощью автоэмиссионного микроскопа.

1956 год. Эрвин Мюллер добился прямого наблюдения на атомном уровне кристаллической решетки и её дефектов.

1959 год. Ричард Фейнман выступил в Американском Физическом обществе с докладом известным под названием «Там, внизу, ещё много места», который считается стартовой точкой.

1968 год. Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанотехнологии при обработке поверхностей.

1974 год. Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот термины «нанотехника и нанотехнология», которым предложил называть механизмы, размером менее одного микрона, и способы их создания.

1981 год. Квантовые точки были впервые получены Алексеем Екимовым, а затем, в 1985-м году, Луисом Брюсом в коллоидных растворах.

1982 год. Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали специальный микроскоп для изучения объектов nano мира. Ему дали обозначение СЗМ (Сканирующий зондовый микроскоп). Это открытие имело

огромное значение для развития нанотехнологий, так как это был первый микроскоп, способный показывать отдельные атомы (СЗМ).

1985 год. Американские физики Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смайли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы, диаметром в один нанометр. Они же открыли существование шарообразной углеродной молекулы – фуллерена.

1986 год. Создан атомный силовой микроскоп, ставший инструментом по сборке нанообъектов.

1986 год. Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрк Дрекслер, пионер молекулярной нанотехнологии, опубликовал книгу "Двигатели созидания", в которой предсказывал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться, постулировал возможность использовать наноразмерные молекулы для синтеза больших молекул, но при этом глубоко отразил все технические проблемы, стоящие сейчас перед нанотехнологией. Чтение этой работы необходимо для ясного понимания того, что могут делать наномашинны, как они будут работать и как их построить.

1989 год. Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.

1991 год. Японские исследователи обнаружили углеродные нанотрубки.

1993 год. В США начали присуждать Фейнмановскую Премию, которая названа в честь физика Ричарда Фейнмана, который в 1959 году произнес пророческую речь, в которой заявил, что многие научные проблемы будут решены лишь тогда, когда ученые научатся работать на атомарном уровне. В 1965 году Фейнману была присуждена Нобелевская премия за исследования в сфере квантовой электродинамики – ныне это одна из областей нанонауки.

1998 год. Голландский физик Сеез Деккер создал транзистор на основе нанотехнологий.

1999 год. Чад Миркин создал «Перо нанолитографию» (DPN-Dip pen nanolithography)

1999 год. Американские физики Джеймс Тур и Марк Рид определили, что отдельная молекула способна вести себя так же, как молекулярные цепочки.

2000 год. Администрация США поддержала создание Национальной Инициативы в Области Нанотехнологии. Нанотехнологические исследования получили государственное финансирование. Это послужило толчком для создания национальных программ по нанотехнологиям во многих промышленно развитых странах.

2001 год. Марк Ратнер, автор книги «Нанотехнологии: Введение в Новую Большую Идею», считает, что нанотехнологии стали частью жизни человечества именно в 2001 году. Тогда и произошли два знаковых события: влиятельный научный журнал Science назвал нанотехнологии – «прорывом года», а влиятельный бизнес-журнал Forbes – «новой многообещающей идеей». Ныне по отношению к нанотехнологиям периодически употребляют выражение «новая промышленная революция».

2004–2006 год. Российский исследователь и изобретатель В.И. Петрик с помощью разработанного им же газофазного метода очистки металлов и разделения изотопов получил наноструктуры ряда металлов: платины, железа, никеля и др.

2007 год. Создана «Российская корпорация нанотехнологий», которая в 2011 году реорганизована в Открытое акционерное общество «РОСНАНО». Основной целью общества является коммерциализация нанотехнологических разработок. Проекты «РОСНАНО» полностью лежат в сфере hi-tech, так как инвестиции делаются только в сфере нанотехнологий; всего за несколько лет их объем превысил 100 млрд. рублей.

2. Особенности наноматериалов и их классификация.

Наноматериалы - не один "универсальный" класс материалов, это обширный класс множества различных материалов, объединяющий их

различные семейства с практически интересными свойствами. Наноматериалы – это не просто очень мелкие наночастицы. Многие наноматериалы не являются отдельными частицами, наоборот, они могут представлять собой сложные наноструктурированные микро и макрообъекты, находящихся на поверхности или в объеме вещества. Большинство изученных вирусов имеют диаметр от 20 до 300 нм, в связи с чем мы можем в какой-то мере причислить вирусы к наночастицам. Главное отличие наноматериалов от других микро и макроэлементов в том, что свойства материалов, образованных с участием структурных наноразмерных элементов, не идентичны свойствам обычного вещества. Их свойства уникальны. В первой главе мы рассмотрели неосознанное использование наночастиц людьми, начиная с древних времен и заканчивая современным этапом развития. Но перед тем, как перейти к детальному анализу развития нанотехнологий, хотелось бы определить какие виды и типы наночастиц существуют.

Существующая классификация наносистем - по n-мерности.

1. Трехмерные (объемные) частицы, у которых все три размера находятся в наноинтервале. К этому типу относятся молекулярные кластеры, нанокристаллы, коллоидные растворы (золи), микроэмульсии, зародышевые частицы, образующиеся в фазовых переходах первого рода (кристаллы, капли, газовые пузырьки), сферические мицеллы поверхностноактивных веществ (ПАВ).
2. Двумерные наночастицы, у которых поперечные размеры находятся в наноинтервале, а длина может быть сколь угодно велика. К двумерным частицам относятся тонкие волокна, капилляры и поры, цилиндрические мицеллы ПАВ, нанотрубки.
3. Одномерные частицы, у которых только один размер (толщина) находится в наноинтервале, а два других (длина и ширина) могут быть сколь угодно велики. К таким системам относятся тонкие пленки, адсорбционные моно- и поли слои на поверхности раздела фаз.

В основу классификации нанокластеров и наноструктур можно также

положить характер взаимодействия между наночастицами :

- 1) изолированные и слабо взаимодействующие нанокластеры: молекулярные, металлические, углеродные, коллоидные;
- 2) наноструктуры: твердотельные, матричные, супрамолекулярные, фуллериты, нанокомпозиты, нанопленки, нанотрубки.

Нужно отметить, что методы получения наносистем можно также разделить на три группы: физические, химические и механохимические методы.

3. Роль микроскопии в развитие исследований наномолекулярных веществ.

В нанотехнологиях, как нигде более, актуален тезис: "Если нельзя измерить, то невозможно воспроизводимо производить". В развитии нанотехнологий огромную роль сыграло развитие различных типов микроскопов, которые имели возможности намного превосходящие возможности световых микроскопов. В 1903 г. Р. Зигмонди и Р. Зидентопфом был изобретен оптический ультрамикроскоп, имеющий разрешение до 5 нм и позволивший наблюдать коллоидные частицы. Ультрамикроскоп построен на принципе наблюдения в отраженном свете, благодаря чему становятся видимыми более мелкие объекты. С помощью ультрамикроскопа Р. Зигмонди удалось установить, что в коллоидных растворах (золях) золота желтого цвета частицы имеют размеры 20 нм, красного – 40 нм, а синего – 100 нм. Развитие и создание новых типов микроскопов дало толчок для развития не только в таких областях, как химия и физика, но и напрямую повлияло на развитие биологии. Исследование и изучение наноразмерных и наноструктурированных биологических структур (протеинов, генов, хромосом, белков, аминокислот, ДНК, РНК), являющихся предметом биологии ультрадисперсных систем, привело к созданию в 30–50-х годах

вирусологии, в 60-х годах молекулярной биологии и в последней четверти XX века генетики и иммунохимии.

3.1 Первые в истории наблюдения с помощью микроскопа за квантовым миром.

Первые изображения в атомном масштабе получил ученый Эрвин Мюллер, 1936 и 1951 гг. Первый значительный вклад Мюллера в развитие оптики как науки, а также развитие автоэмиссионной микроскопии, был сделан в 1936 году, когда он являлся аспирантом, работающим в компании Siemens. Автоэлектронная эмиссия — это эмиссия электронов с поверхности проводника, находящегося в сильном электрическом поле. Автоэмиссионный микроскоп - без линз, вместо этого он состоит из образца, сформированного в виде острого игольчатого эмиттера и флуоресцентного экрана. Когда к эмиттеру приложено поле, электроны туннелируют из эмиттера к экрану, где возникает контраст из-за разницы в плотностях тока электронов, раскрывая детали о поверхности образцов. В 1950 г. он получил первое детальное изображение молекулы с помощью автоэмиссионного микроскопа. Мюллер разработал еще один инновационный микроскоп в 1956 году, который значительно превосшел возможности более раннего прибора. Это изобретение Мюллера, получившее название полевого ионного микроскопа, с увеличением 1.000.000 или более и разрешением 0,25 нанометра, позволило впервые получить четкие изображения отдельных атомов и их расположения на поверхности образца.

1982-ом году был создан впервые Атомно-силовой микроскоп. В отличие от сканирующего туннельного микроскопа, с помощью атомно-силового микроскопа можно исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности. Принцип работы атомно-силового микроскопа основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом. В качестве зонда используется наноразмерное острие, располагающееся на конце упругой консоли, называемой

кантилевером. Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли. Появление возвышенностей или впадин под остриём приводит к изменению силы, действующей на зонд, а значит, и изменению величины изгиба кантилевера. Таким образом, регистрируя величину изгиба, можно сделать вывод о рельефе поверхности.

Под силами, действующими между зондом и образцом, в первую очередь подразумевают дальнедействующие силы Ван-дер-Ваальса, которые сначала являются силами притяжения, а при дальнейшем сближении переходят в силы отталкивания.

4. Фуллерены. История открытия фуллеренов

В середине 60-х годов XX в. Д. Джонс (США) конструировал замкнутые сфероидальные клетки из своеобразным образом свернутых графитовых слоев. Было показано, что в качестве дефекта, внедренного в гексагональную решетку обычного графита и приводящего к образованию сложной искривленной поверхности, может быть пятиугольник.

В начале 70-х годов Е.Осава (Япония) предположил существование полый высокосимметричной молекулы C_{60} со структурой в виде усеченного икосаэдра, похожей на футбольный мяч. Чуть позже (1973 г.) российские ученые Д.А. Бочвар и Е.Г. Гальперин сделали первые теоретические квантовохимические расчеты такой молекулы и доказали ее стабильность. В 1985 году коллективу ученых: Крото (Англия, Сассекский университет), Хит, О'Брайен, Керл и Смолли (США, Университет Раиса) удалось обнаружить молекулу фуллерена при исследовании масс-спектров паров графита после лазерного облучения твердого образца.

Это открытие послужило началом для исследования различных свойств данного кластера. В результате исследований было доказано, что молекула C_{60} имеет сферическую структуру, вследствие чего является стабильной.

Также было доказано, что высокой стабильностью обладает и молекула C_{70} . Вскоре стало известно, что существует целое семейство полиэдрических кластеров, составленных из атомов углерода. Так началась новая эра в исследовании углерода – эра фуллеренов.

Эти соединения были названы в честь американского архитектора Ричарда Бакминстера Фуллера (1895-1983), который ввел в практику строительство геодезических куполов, состоящих из фрагментов многогранников.

Если же говорить о практическом применении фуллерена, то они могут улучшать источники тока. В 1994г. представители концерна «Мицубиси» заявили, что использование фуллеренов при производстве аккумуляторных батарей увеличило количество запасаемой энергии в пять раз по сравнению с металлгидридными. Основой таких аккумуляторов являются литиевые электроды, содержащие интеркалированные фуллерены. Активно исследуется биологическая активность фуллеренов и их производных. Доказано, что представители этого класса способны ингибировать различные ферменты, вызывать специфическое расщепление молекул ДНК, способствовать переносу электронов через биологические мембраны, активно участвовать в различных окислительно-восстановительных процессах в организме.

5. Квантовая точка. История nano кристаллов полупроводников. Использование квантовых точек в разных сферах науки.

Квантовая точка — фрагмент проводника или полупроводника, носители заряда (электроны или дырки) которого ограничены в пространстве по всем трём измерениям. Размер квантовой точки должен быть достаточно малым, чтобы квантовые эффекты были существенными. Этого можно достичь, если кинетическая энергия электрона заметно больше всех других энергетических масштабов: в первую очередь, больше температуры, выраженной в энергетических единицах. Квантовые точки были впервые синтезированы в начале 1980-х годов Алексеем Екимовым в стеклянной

матрице и Луи Е. Брусом в коллоидных растворах. Термин «квантовая точка» был предложен Марком Ридом.

Обычно квантовой точкой является кристалл полупроводника, в котором реализуются квантовые эффекты. Электрон в таком кристалле чувствует себя как в трех мерной потенциальной яме и имеет много стационарных уровней энергии. Соответственно, при переходе с одного уровня на другой квантовой точкой может стать фотон. При этом переходами можно легко управлять, меняя размеры кристалла. Возможно также перенести электрон на более высокий энергетический уровень и получить излучение от перехода между более низкими уровнями, как следствие, получаем люминесценцию. Собственно, именно наблюдение данного явления и послужило первым примером наблюдения за квантовыми точками.

Первыми квантовыми точками были микрокристаллы CuCl , выращенные в стёклах. В 1993 году появился метод синтеза квантовых точек из селенида кадмия в форме коллоидных нанокристаллов, где каждая квантовая точка представляет собой изолированный объект. Квантовый выход флуоресценции таких точек был всего 10 %. Его существенного увеличения удалось добиться за счет формирования оболочки вокруг ядра.

Квантовые точки являются перспективными материалами в медицине, биологии, оптике, оптоэлектронике, микроэлектронике, полиграфии, энергетике. Коллоидные квантовые точки являются хорошей заменой традиционных люминофоров, как органических, так и неорганических. Они превосходят их по фотостабильности, яркости флуоресценции, а также имеют некоторые уникальные свойства. Оптические свойства этих нанокристаллов используются в самых неожиданных исследованиях, в которых требуется удобная, перестраиваемая люминесценция, например в биологических исследованиях. Например, квантовые точки разных размеров проникают в разные части клеток и окрашивают их в разные цвета.

Квантовые точки всё больше используются в качестве биомаркеров для визуализации в медицине. Например, для окрашивания опухолей или

аутоиммунных антител, доставки лекарств к нужным тканям (присоединяя лекарственные вещества к наночастицам, можно более точно нацеливать их на опухоли).

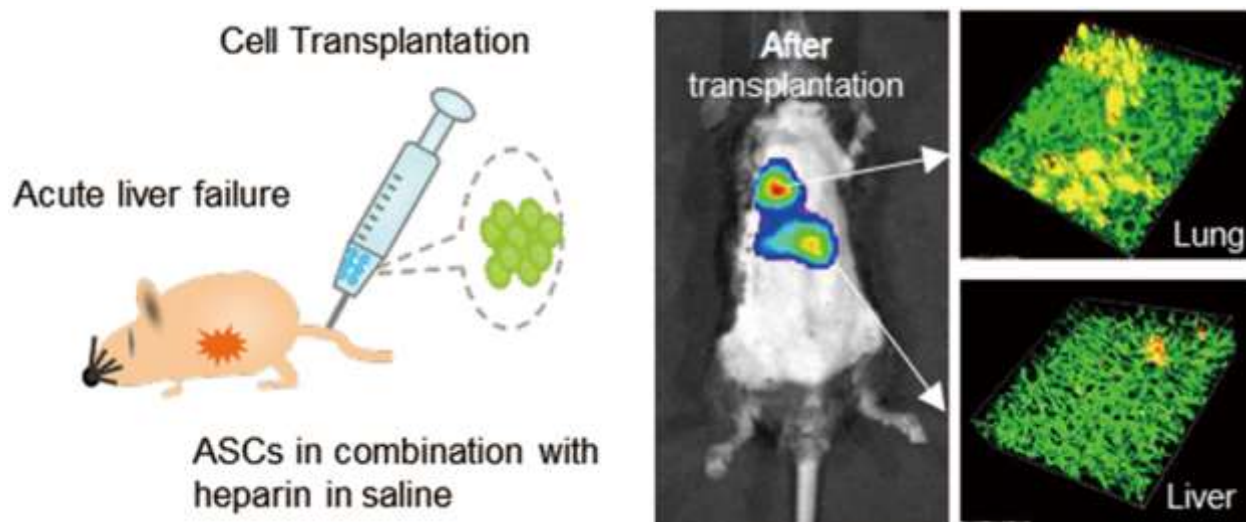


Рисунок 5. Использование квантовых точек при маркировке стволовых клеток.

В научной статье «Технология визуализации трансплантированных стволовых клеток *in vivo* с использованием квантовых точек для регенеративной медицины» 2018-го года Хироши Юкава и Ёсинобу Баба рассказывают о маркировке стволовых клеток с использованием квантовых точек, состоящих из полупроводниковых материалов в сочетании с химическим веществом, поликатионными липосомами и проникающим в клетки пептидом. Влияние отмеченных квантовыми точками стволовых клеток на плюрипотентность можно увидеть на рис.5. В статье описывается визуализация «*in vivo*» трансплантированных стволовых клеток у мышей с помощью квантовых точек, излучающих флуоресценцию в ближней инфракрасной области, которую можно обнаружить с помощью систем визуализации флуоресценции. На данный момент использование квантовых точек (КТ) имеет огромные перспективы, и ученые все больше проводят различные эксперименты с данными наночастицами. Например, большим терапевтическим потенциалом обладают исследования адресной доставки лекарств с применением комбинации по крайней мере двух различных КТ: одна ориентирована на доставку препарата, а другая играет роль «маяка»

благодаря ее особым люминесцентным свойствам. Новым направлением в химиотерапевтическом лечении является применение углеродных нанотрубок (УНТ). Первичные наблюдения *in vitro* показали, что комплексы (УНТ-КТ-EGF) специфично проникают в раковые клетки за счет связывания EGF с его рецепторами на поверхности клеток.

Ещё недавно о широком применении квантовых точек в электронике не шло и речи, но в последние годы ряд компаний выпустил на рынок продукцию с использованием данных наночастиц. Компания LG Display ещё в 2010 году создала первые прототипы дисплеев на основе квантовых точек. В 2015 году TPV Technology разработала совместно с QD Vision и выпустила в продажу первый потребительский монитор 276E6ADS на базе квантовых точек. В настоящее время жк-панели с подсветкой на квантовых точках (QD-LED) устанавливаются в свои телевизоры Samsung, LG Electronics, Sony, TCL Corporation, Hisense.

6. Технология DPN (Dip-pen nanolithography)

Технология DPN (Dip-pen nanolithography) представляет собой метод молекулярного осаждения в наномасштабе с прямой записью и, как таковой, действительно является процессом нанопроизводства «снизу вверх». В основе процесса DPN лежит атомно-силовая микроскопия. Для выполнения этого конкретного вида нанолитографии необходимо покрытый молекулами наконечник АСМ, который служит «чернильным пером», посредством чего диффузия молекулярных «чернил» происходит из наконечника, доставляется через окружающий мениск и, наконец, осаждается на подложку.

Хемосорбция молекул обычно контролирует их прикрепление к субстрату, и это специфическое связывание важно для управления формой литографических элементов. Поскольку молекулы чернил адсорбируются, последующие входящие молекулы перемещаются поверх связанных молекул, чтобы прикрепиться дальше от источника чернил. При хорошем связывании

чернила рассеиваются радиально из точечного источника. Природа этого процесса диффузии и активность поверхностного связывания определяют кинетику роста признаков.

7. Проблемы развития исследований нано молекулярных веществ различной природы в мире.

Исследование наночастиц и нано материальных комплексов - не простая задача. При изучении и распространение данной отрасли возникает много проблем, решение которых не найдено до сих пор.

Если говорить о проблемах наноматериалов, то нужно первую очередь отметить ценовой аспект. Изучение синтетических путей для крупномасштабного производства с низкими затратами очень важно для широкого продвижения новых технологий. И, к сожалению, при производстве различных наночастиц и материалов экономии добиться очень трудно. В некоторых странах, включая Россию, после первых лет бурного роста развития нано исследований настало время умеренного темпа продвижения. И в первую очередь это связано тем, что коммерческая выгода от вложений не проявляется в краткосрочной перспективе, капиталовложения в данную отрасль смогут принести прибыль только в долгосрочной перспективе. Что, в свою очередь, отпугивает многих инвесторов и уменьшает темп развития.

Проблема нанотехнологий заключается не только в цене и в скорости производства, но и системной оценке токсичности и в экологических рисках наноматериалов.

Новые технологии сравнимы с ящиком Пандоры. На данный момент не было проведено достаточно исследований, которые доказывали бы или же, наоборот, опровергали бы экологические риски, связанные с наноматериалами.

8. Заключение.

На сегодняшний день развитие нанотехнологий открывает все больше новых возможностей в таких сферах как медицина, IT-технологии, в строительстве и др. Нужно отметить, что этому способствуют не только свойства наноматериалов, которые помогают реализовать те идеи, о которых человечество мечтало десятилетиями, но и тот факт, что мега корпорации и государства всех развитых стран понимают всю важность развития такого направления как нанотехнологии. Данные технологии в корне могут изменить жизнь людей и решить ряд таких проблем, как перенаселение планеты, парниковый эффект, нехватка продовольствия и питьевой воды. Возможности нанотехнологий безграничны и с каждым годом человечество раскрывает все больше путей их использования. Конечно, темпы развития данной отрасли науки зависят не только от государства и компаний, но и от самих ученых, которые посвящают свои жизни изучению наночастиц. Нужно отметить, что, исследования в этой области направлены в первую очередь на то, чтобы совершить прорыв и открытия, которые смогли бы дать какие-либо преимущества в различных сферах жизни. Но в тоже время нельзя забывать про токсичность и экологические риски, которые могут возникнуть при внедрении новых технологий.

Литература

1. «Захватывающий мир исследований наночастиц», Хейлитаг и Нидербергер, Материалы сегодня, том 16, стр. 262
2. Поленов, Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий: учеб. пособие / Ю.В.Поленов, М.В.Лукин, Е.В.Егорова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2013.- 196 с.
3. <https://www.nytimes.com/2006/11/28/science/antique-nanotubes.html>
4. В. Киреев. Нанотехнологии: история возникновения и развития/ Наноиндустрия/02.2008/
5. Hiroshi YUKAWA, Yoshinobu BABA « In Vivo Imaging Technology of Transplanted Stem Cells Using Quantum Dots for Regenerative Medicine», J-STAGE home/Analytical Sciences/Volume 34 (2018)
6. А. Александрова, Д. М. Галиева Наночастицы, наносистемы и их применение. Ч.1.Коллоидные квантовые точки. Уфа: Аэтерна, 2015.- 236с
7. Шик А. Я. и др. Физика низкоразмерных систем. – СПб : Наука, 2001.
8. Fan Zhang. Grand Challenges for Nanoscience and Nanotechnology in Energy and Health/ frontiers in Chemistry/10.3389/fchem.2017.00080
- 9.В. Киреев. Нанотехнологии: история возникновения и развития/Наноиндустрия/Выпуск #2/2008
- 10.<https://sk.ru/news/bolshie-malenkie-nanotehnologii-hayp-proshel-a-cto-ostalos/>