

**муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
"Средняя общеобразовательная школа № 28 с. Анисимовка" Шкотовского  
муниципального района Приморского края**

**Особенности взаимодействий в наномире**

---

**Проект  
выполняли:**

**Ученица 9 класса**

**МБОУ «СОШ №28 с.Анисимовка»**

**Акулова Серафима**

**Ученица 9 класса**

**МБОУ «СОШ №28 с.Анисимовка»**

**Шиляева Кристина**

**Руководитель проекта**

**Учитель биологии и химии**

**МБОУ «СОШ №28 с. Анисимовка»**

**Нестеренко Л.А.**

**с. Анисимовка, 2015г.**

## Оглавление

1 Введение.....	3
2 Проект.....	4
2.1 Описание проекта.....	4
2.2 Задачи проекта.....	4
2.3 Проблемные вопросы.....	6
2.4 Этапы деятельности.....	7
Что такое «нано»?.....	7
Роль объема и поверхности в свойствах наноразмерных объектов.....	10
Краткий курс истории развития нанотехнологий.....	11
Терминология.....	13
Свойства и взаимодействия в наном мире.....	15
Практические нанотехнологии.....	17
3.Выводы.....	21
Литература:.....	22

## 1 Введение

Нанотехнологии – это не новая наука, как о ней постоянно говорят, это всего лишь средство описать то, что человечеству учёным было известно с давних времён. Например, создание электронного микроскопа позволило увидеть, что разные сорта стали обладают разной микроструктурой, развитие квантовых представлений позволило объяснить цвета золь золот, который были получены почти 200 лет назад Фарадеем и которые до сих пор хранятся в одном из музеев, и т.д.

Нанотехнологии – сплав наук, требуемый современным исследователям для объяснения природы и сути, происходящих явлениях и работы различных устройств.

## 2 Проект

«Особенности взаимодействий в наномире»

### 2.1 Описание проекта

Предмет: химия, биология, физика, математика

Название проект «Особенности взаимодействий в наномире»

Характеристика проекта: междисциплинарный

Разделы науки: Энергетика и переработка сырья, Экология и Безопасность, Транспорт, Медицина и развитие информационных технологий.

Тип – проекта: Информационно-Исследовательский

Оборудование: ПК, принтер

Цель проекта: сформировать понятие об истории возникновения, общей значимости и сути нанотехнологий и наноматериалов. Разобрать особенности химических и физических взаимодействий в наномасштабах.

### 2.2 Задачи проекта

1. Собрать доступную информацию по нанотехнологиям.
2. Определить свойства наноматериалов, влияние размерных эффектов.
3. Проанализировать информацию, сопоставит и сделать выводы.
4. Выбрать способ представления собранной информации. Осветить понятие фундаментальных основ нанотехнологий.

5. Познакомить учащихся с ролю объема и поверхности в наноразмерных объектов.
6. Дать основное понятие, что важнейшими параметрами наносистем являются размер, размерность, упорядочение и функциональность.

## 2.3 Проблемные вопросы

1. Что такое нано?
2. Что такое нанотехнологии?
3. Нанотехнологии это - тело или процесс?
4. Не является ли развитие нанотехнологий просто "отвлекающим манёвром" для того, чтобы люди поверили во что-то Великое? То есть, насколько они актуальны?
5. Свойства нанотехнологий?
6. Какие пути развития нанотехнологий со стороны фундаментальной науки?

## 7. Какие взаимодействия в наномире?

### 2.4 Этапы деятельности

- Определение проблемы и предмета информационного поиска.

Проведение анкетирования по проблемным вопросам. В результате проведения анкетирования было определено, что мало кто из ребят знает о «наномире» и «нанотехнологиях». Решили собрать познавательную информацию.

- Поиск и отбор информации.

Где можно найти информацию о «Нанотехнологиях»?

Internet.

- Аналитическая работа над собранными фактами.

## **Оформление результатов.**

Подготовка презентации для учащихся 7-11 классов общеобразовательных школ.

Имея на руках собранную информацию, мы ее проанализировали и разгруппировали.

Критерием группировки для нас явились проблемные вопросы. Таким образом, собранная информация была разделена на группы:

- Что такое «нано»?
- Роль объема и поверхности в свойствах наноразмерных объектов
- Краткий курс истории развития нанотехнологий
- Терминология
- Свойства и взаимодействия в наном мире
- Практические нанотехнологии

## **Что такое «нано»?**

Важнейшими параметрами наносистем являются размер, размерность, упорядочение и функциональность. Учет всех этих характеристик порождает нано- и микроструктурированные материалы, обладающими наивысшим, как говорят, инновационным потенциалом и действительно способными определить весь дальнейший прогресс в нанотехнологии. Нанометр (сокращенно нм) – это одна миллиардная часть метра. Приставка «нано» пришла к нам из древней Греции, в переводе на русский язык она означает «[гном](#)» или «карлик» (ἡ ἄνθος). В латыни «нано» имеет значение «маленький», «крошечный». И действительно, один нанометр - это очень маленькая величина, увидеть невооруженным глазом объекты такого размера невозможно. Для сравнения заметим, что волосы человека растут со скоростью 10 нм в секунду (а мы этого не замечаем!), а толщина одного волоска составляет огромную величину - почти 100 тысяч нанометров или 100 микрон. Наноразмерный масштаб используют для

характеристики самых маленьких объектов, например, атомов и молекул. Размер атома кремния составляет 0.24 нм, а молекулы «[фуллерена](#)»  $C_{60}$  (“футбольного мяча”, состоящего из шестидесяти атомов углерода) – 0.75 нм. К представителям наномира также можно отнести кластеры, способные содержать до нескольких сотен атомов, и различного рода «наноструктуры», размер которых хотя бы в одном из измерений не превышает нескольких десятков нанометров. Мир наноструктур чрезвычайно интересен, ведь они имеют физические свойства, которые отличаются от свойств объемных материалов. Нанометры являются привычными единицами для описания длины волн света. Например, видимый свет имеет длины волн в диапазоне от 400 до 700 нм. В нанометрах измеряют также размеры микроорганизмов, клеток и их частей, биомолекул. Вот лишь некоторые примеры:

- Диаметр спирали ДНК человека – 2 нм;
- Длина одного витка ДНК – 3.4 нм;
- Молекула гемоглобина – 6.4 нм;
- Пиконановирусы – 20 нм;
- Молекула гемоцианина – 50 нм;
- Бактерии *Mycoplasma mycoides* 100-250 нм;
- Мимовирусы – 500 нм
- Эритроциты человека – 8000 нм (уже 8 микрон);

Однако «нано» - лишь короткий, хотя и страшно важный, отрезок «[пятого измерения](#)», его принципиальная важность заключается в том, что на этом кусочке пространственной шкалы реализуются интереснейшие, практически важные химические и физические взаимодействия. В действительности любые объекты и материалы можно и нужно изучать на разных пространственных масштабах, особенности структуры и свойств материалов на которых (структурная иерархия) лишь в неразрывной совокупности определяют его конечные свойства, важные для фундаментальных исследований и, конечно, практики. Кроме макроуровня (объект в целом) и атомарного уровня



(определяющие, фундаментальные характеристики вещества), обычно выделяют масштабный уровень "микро" (характерный размер - микроны, то есть тысячные доли миллиметра), который задает так называемые "структурно-чувствительные" свойства материала, зависящие, например, от размера зерен керамики. Большую роль часто играет и субмикронный масштаб. Что касается "нано", IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, Международный союз чистой и прикладной химии) установил, что если хотя бы по одному измерению размер объекта меньше 100 нм (0,1 мкм), то мы говорим о наносистеме - это и есть уровень наномасштабов. Логичнее было бы определить, что "настоящее нано" начинается с момента появления наноэффектов - изменений физических свойств веществ, связанных с переходом к этим масштабам. Таким образом, в конечном счете, для создания наноматериалов оказывается важным не только их состав (определяющий основные свойства), размер ("модифицирующий" свойства), но и "размерность" (делающая частицы неоднородными) и упорядочение в системе (усиление, "интеграция" свойств в ансамбле нанообъектов). Это характерно для нанотехнологий - новое качество, как правило, получается только при правильно организованной структуре на более крупных масштабах, чем нано.



Таким образом, «нанодиапазон» – участок пространственной шкалы 1– 100нм, в котором реализуются основные взаимодействия в наносистемах и который ограничивает сверху и снизу геометрические размеры нанообъектов по одному или нескольким измерениям. При этом принято говорить, что вещество находится в «наносостоянии», если проявляются свойства, отличные от химических, физических или биологических свойств макросостояния (объемного состояния) вещества. Объекты, все размеры которых меньше 1 нм, относятся к области деятельности того или иного классического раздела химии, физики и пр. Объекты, все размеры которых больше 100 нм, относятся к микро и макрообъектам и рассматриваются, в лучшем случае, как дисперсные системы, не проявляющие особенности наносостояния.

## Роль объема и поверхности в свойствах наноразмерных объектов

«Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это

качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу с ними к нанотехнологиям.» Ж.И. Алферов. «Микросистемная техника» №8, 2003, стр. 3 –13

Линейный размер структурных единиц наноматериалов изменяется в пределах примерно от 1 до 1000 атомных (молекулярных) слоев. Объем от 10 до 10<sup>6</sup> атомов (молекул). Отнесение к нанотехнологиям (наноматериалам, нанонаукам) отражает пространственный масштаб рассматриваемых явлений, процессов, структурированности (неоднородности) вещества.

Таким образом, мы можем определить что « настоящее нано» начинается с появления наноэффектов – изменений физических свойств вещества, связанных с переходом к этим масштабам. В конечном счете, для создания наноматериалов оказывается важным не только состав (определяющий основные свойства), размер (« модифицирующий» свойства), но и « размерность» (делающая частицы неоднородными) и упорядочение в системе. Таким образом, «нанодиапазон» - участок пространственной шкалы 1 – 100 нм, в котором реализуется основные взаимодействия в наносистемах и который ограничивает сверху и снизу геометрические размеры нанообъектов по одному или нескольким измерениям. При этом принято говорить, что вещество находится в « наносостоянии», если проявляются свойства, отличные от химических, физических или биологических свойств макросостояния (объемного состояния) вещества.

## Краткий курс истории развития нанотехнологий

Термин «нанотехнология» был предложен Норио Танигучи в 1974 г. В 1986 г. вышла книга Э.Дрекслера «Машины созидания: наступление нанотехнологической эпохи», в которой сознание неподготовленного читателя поражали нанороботы, запрограммированные на самовоспроизводство, которые были способны переработать всю доступную им материю и биомассу и стремительно превратить окружающий мир в «серую слизь» (Grey Goo). Примечательно, что в этом урожайном году в лабораториях ИВМ (Цюрих) открыли высокотемпературную сверхпроводимость (ну, это к слову), а Герд Биннинг и Хайнрих Роер (оттуда же) заслуженно получили Нобелевскую премию за созданный ими в 1981 г. первый туннельный микроскоп. Считается, что будущая благодатная судьба нанотехнологий была предопределена не только этими событиями, а

также наблюдением проф. Ииджимы (статья в Nature, 1991 г.) коаксиальных многостенных углеродных нанотрубок, найденных в черном остатке – продукте дугового разряда между графитовыми электродами. Довершило дело, видимо, открытие в саже фуллеренов – удивительных полициклических структур сферической формы, состоящих из атомов углерода, связанных в шести- и пятичленные циклы, фактически новая, молекулярная, модификация углерода. Нобелевская премия по химии за него была дана в 1996 г. замечательным исследователям Ричардом Смолли, Робертом Керлом и Харолдом Крото. И фуллерен, и нанотрубки по сей день остаются интереснейшими материалами, которым прочат блестящие применения во многих областях – от наноэлектроники до медицины.

... Все это – существенно рафинированная краткая каноническая история нанотехнологий, пришедшая к нам с Запада, передающаяся именно в такой догматической версии из уст в уста, в том числе и у нас в стране. Однако стоит заметить, что первоначально возможность существования структуры, состоящей из 60 углеродных атомов (C<sub>60</sub>-фуллерена), была обоснована теоретически в СССР (Д.А. Бочвар, Е.Н. Гальперин, 1978 г.). И в принципе, «... в России основы нанотехнологии были заложены задолго до возникновения этого понятия. В 1952 г. сотрудниками нашего института Л.В. Радужкевичем и В.М. Лукьяновичем была опубликована статья «О структуре углерода, образующегося при термическом разложении окиси углерода на железном контакте» (Журнал физической химии. 1952. Т.26, № 1. С. 88-95). В выводах своей работы авторы писали: «При исследовании структуры сажи, полученной из окиси углерода на железных контактах, было обнаружено, что сажа состоит из частиц сложного строения. Большинство частиц имеет вытянутую червеобразную форму с характерными окончаниями, свидетельствующими о направленности роста» (из интервью директора ИФХЭ РАН академика А.Ю.Цивадзе portalу Нанометр, [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)). Таким образом, фуллерены были открыты на кончике пера примерно за 20 лет, а углеродные нанотрубки – символ нанотехнологий – были получены примерно за 40 лет до своего официального рождения. Этому западная история нанотехнологий, как всегда, «не помнит».

## Терминология

**Нанометр** (сокращенно нм) – это одна миллиардная часть метра.

«**Нанотехнологии**» – совокупность химических, физических или искусственных биологических процессов, позволяющих контролируемо оперировать с нанообъектами, формирующими те или иные материалы, устройства или технические системы. Особенностью нанотехнологий является широкое использование процессов самоорганизации, самосборки и темплатного синтеза, которые могут в сложно организованной системе привести к формированию необходимых упорядоченных структур (наноструктур), проявляющих требуемые практически важные (функциональные) свойства.

**Наноматериалы** (НМ) – продукты нанотехнологий, материалы, практически-важные (функциональные) свойства которых определяются химическим составом, структурой, размером, размерностью и упорядочением составляющих их фрагментов, размер которых принадлежит нанодиапазону. Получение наноматериалов с уникальными свойствами, как правило, основано на формировании тех или иных структур, причем часто - иерархических, полезные функции которых определяются не только наноуровнем, но также и другими уровнями структуры.

Существование наноматериалов закономерно и не подрывает никаких известных нам основ мироздания, просто пришло их время. Возникновение нанотехнологий "просто" означает качественный скачок в философии получения практически важных веществ - создание невидимых простым глазом сложных устройств и систем, размеры которых находятся в диапазоне размеров надмолекулярных образований. "Обычная" химия работает с молекулами и атомами, в этом уже давно нет ничего необычного. "Обычная" промышленность работает с тоннами и кубометрами, к этому тоже все привыкли. Наноматериалы - продукт нанотехнологий - это нечто особое, что гораздо сложнее атомов и молекул, но как продукт высоких технологий не требует обычно многотоннажного производства, поскольку даже один грамм такого "хайтековского" вещества способен решить множество проблем. Это - пример современной "гомеопатии", которая поставлена на вполне научную

основу и глубоко продумана.

Наноматериалы - не один "универсальный" материал, это обширный класс множества различных материалов, объединяющий их различные семейства с практически интересными свойствами. Заблуждением является и то, что наноматериалы - это просто очень мелкие, "нано"частицы. На самом деле, многие наноматериалы являются не отдельными частицами, они могут представлять собой сложные микрообъекты, которые наноструктурированы на поверхности или в объеме. Такие наноструктуры можно рассматривать в качестве особого состояния вещества, так как свойства материалов, образованных с участием структурных элементов с наноразмерами, не идентичны свойствам объемного вещества.

*Существует несколько групп наноматериалов :*

- Объемные (3D) наноструктурированные материалы, формируемые в результате термических, механических воздействий (металлы и сплавы с ультрамикроструктурной структурой, спинодальный распад в стеклообразных материалах или твердых растворах) или спекания предварительно компактируемых массивов наночастиц (нанокерамика).
- Наноструктурированные планарные материалы 2D, включая тонкие и толстые пленки и покрытия, продукты нанопечатной литографии и самособирающиеся монослои.
- Наноструктурированные (1D) – материалы, в том числе нанотрубки, нановолокна, наноагрегаты и нанопроволоки, формируемые из пересыщенных пара, раствора или в результате электрохимических процессов.
- Нанодисперсные (0D) материалы (нанопорошки, нанокристаллы, квантовые точки), получаемые в результате механического измельчения объемных объектов, путем кристаллизации пересыщенных систем (из пара, жидких фаз – водных и неводных растворов или расплавов), а также нанокластеры, создаваемые самосборкой или стабилизируемые благодаря разнообразным темплатам.
- Наноккомпозиты, состоящие из мезопористой матрицы с 1D - каналами или 2D - слоями, заполненными нанофазой, или нановискеров, нанотрубок и наночастиц в полимерной, металлической или керамической матрице.

- Супрамолекулярные материалы, формируемые из более простых молекул с целью создания молекулярных устройств или машин, имитирующих биологические процессы в живых организмах.

## **Свойства и взаимодействия в наномире**

Уникальные физические свойства веществ в наномире обусловлены волновой природой частиц, например, электронов, поведение которых подчиняется законам квантовой механики. Наиболее явно проявляется изменение оптических свойств наносистем. Так, даже незначительное изменение размера наночастиц приводит к заметному сдвигу полосы поглощения в оптических спектрах наноматериалов, что обусловило их первое, и наиболее широкое применение в оптике. Значительный интерес представляют и нелинейно-оптические свойства наносистем, такие как резонансный эффект, эффект удвоения частоты падающего излучения (генерация второй гармоники) и т.д. Кроме того, исследование оптических свойств наноматериалов не представляет значительных трудностей, что объясняет популярность оптических методов исследования наноматериалов.

Проявление размерных эффектов в оптических спектрах наносистем связывают с несколькими физическими явлениями. К первому типу наноматериалов, проявляющих необычные оптические свойства, относят металлические наночастицы размером до 20 нм, распределенные в прозрачной матрице. Одним из самых древних примеров таких систем являются цветные стекла (представляющие собой разбавленные коллоидные растворы металлических кластеров в стеклянной матрице), технология получения которых была известна еще в древнем Египте. Однако, первая теоретическая работа, объясняющая возникновение окраски, появилась лишь в начале прошлого века. Описание оптических и электронных свойств таких нанокомпозитов осуществляют в приближении сплошной среды.

Магнитные свойства наносистем в отличие от оптического магнитного свойства наносистем определяются не только размерами частиц и их морфологией, но и характером взаимодействия как между частицами, так и между частицами и матрицей. Наибольший интерес для исследований представляют магнитоупорядоченные нанокристаллические материалы, такие как ферромагнетики, ферримагнетики и антиферромагнетики, так как их свойства значительно меняются при уменьшении

размеров магнитных частиц. В то же время магнитные свойства диамагнетиков и парамагнетиков практически не зависят от размерного фактора.

Магнитные наноматериалы разделяют по типу организации системы и факторам, определяющим ее магнитные свойства:

А. Изолированные невзаимодействующие магнитные частицы (магнитные жидкости, композиты “ферромагнетик/немагнитный диэлектрик” с низкой концентрацией магнитной фазы). Свойства наносистемы определяются только размерным фактором.

В. Наночастицы “ядро в оболочке” (нанопорошки металлов, покрытых слоем соответствующего оксида). Свойства наносистемы полностью определяются характером взаимодействия ядра с оболочкой.

С. Магнитные частицы в магнитоактивной или неактивной матрице. Свойства наносистемы определяются как размерами частиц, так и характером их взаимодействия с матрицей и друг с другом.

Д. Наносистемы с высокой концентрацией наночастиц (самоорганизованные наносистемы). Свойства определяются межчастичными взаимодействиями.

Понимание и контроль уникальных магнитных свойств наночастиц представляет огромный интерес не только с точки зрения таких фундаментальных исследований, как понимание квантового происхождения магнетизма, но и с точки зрения важнейших практических применений в устройствах хранения информации со сверхвысокой плотностью записи, в технологии феррожидкостей, при магнитокалориметрическом охлаждении, магнитной доставке лекарств, или в качестве агентов для увеличения контраста магнитного резонансного изображения (МРИ).

Механические свойства наносистем создание объемных поликристаллических материалов с размером зерна менее 100нм, привлекло большой интерес к изучению их структуры и механических свойств.

Аналогично оптическим или магнитным свойствам, механические свойства материалов претерпевают значительные изменения при уменьшении размеров зерен. В первую очередь, это обусловлено особым распределением дефектов, отличным от такового в объемном материале. Именно оно оказывает решающую роль в проявлении тех или иных механических свойств. Известно, что механические свойства, в первую очередь прочность, пластичность, “усталостные” параметры материалов, определяются наличием различных дефектов, их концентрацией и распределением. Так теоретическая прочность бездефектного кристалла на разрыв, определяемая как сумма энергий связи атомов или молекул, располагающихся на единичной площади сечения, значительно (на



несколько порядков) превосходит экспериментальные значения. Кроме того, рассмотрение бездефектного кристалла не дает представлений о таких важных свойствах материала, как пластический сдвиг и предел упругости. Наличие неупругого участка на кривой «напряжение-деформация» обусловлено движением дислокаций, вызывающих пластическую деформацию, а общее снижение прочности – наличием микротрещин и межзеренных границ, т.е. появлением различных дефектов в материале. Механические свойства зависят не только от типа дефектов, но и от их концентрации и распределения. Однако при уменьшении элементов системы возможно создание такой ситуации, при которой образование дефекта в отдельно взятой частице станет крайне маловероятным. Кроме того, при малых размерах частиц, дефекты могут активно взаимодействовать с поверхностью частицы, например вытесняться из объема наночастицы на ее поверхность. Однако при изучении механических свойств наноматериалов обычно возникают проблемы с реализацией измерений: подготовкой образцов в полной в адекватные объемы наноматериалам, отнесением данных к определенным процессам и воспроизводимостью результатов. В некоторых случаях (напр. модуль Юнга углеродных нанотрубок) постановка прямых измерений не представляется возможной. В таких случаях применяют либо моделирование, либо косвенные измерения. Кроме того, ввиду метастабильности вещества в нанокристаллическом состоянии, необходимо учитывать возможные изменения системы в процессе измерений. Так в опытах на диффузионную ползучесть при высоких температурах возможна перекристаллизация материала и рост зерен, что вносит определенный вклад в получаемые данные. Поэтому для описания механических свойств наноструктурированных материалов помимо экспериментальных данных широко применяются теоретические расчеты и моделирование.

## Практические нанотехнологии

Основными причинами нанобума являлись появление принципиально новых методов диагностики наноразмерных объектов (современная электронная микроскопия, туннельная и атомно-силовая микроскопии), осознание того, что наноматериалы обладают специфическими магнитными, электрическими, оптическими и др. свойствами, связанными с проявлением квантовых эффектов, путь к миниатюризации технических устройств и огромной экономии ресурсов. Приведенные примеры

показывают, что нанотехнологии – чрезвычайно сложная, профессиональная, междисциплинарная область, объединяющая на равных усилия дипломированных химиков, физиков, материаловедов, математиков, медиков, специалистов в области вычислительных методов и др. Лишь междисциплинарные коллективы способны обеспечить нанотехнологический «прорыв». В этой области удивительным образом переплетены как глубоко фундаментальные научные основы, так и революционные аспекты практического использования человеческих знаний. Нанотехнологии, являясь междисциплинарной и «прибороемкой» областью исследований, в отличие от обычных технологий принципиально отличаются повышенной "наукоемкостью" и затратностью, необходимостью высокоинтеллектуальной и экспертной деятельности, и поэтому в них резко снижена вероятность обычного пути решения проблем методом "проб и ошибок", который традиционно используется во многих прикладных разработках. Поэтому путь от лаборатории к наноиндустрии, несомненно, является более сложным, чем при выходе на промышленное производство «обычных» продуктов.

Таким образом, в подведении итогов можно высказаться за наличие нескольких аксиом, с которых следует начинать истории, что такое мир нанотехнологий.

*Аксиома 1.* Нанотехнологии способны выступить локомотивом («катализатором»), который будет способствовать движению вперед в области науки, технологии, техники, образования, ВПК и других важнейших отраслях. Иными словами, развитие нанотехнологий в России преследует цель долговременного использования полученных результатов российским обществом.

*Аксиома 2.* Понятие «нанотехнологии» не является «однородным и бесформенным» (или универсальным). Нанотехнологии имеют различный смысл, значимость и наукоемкость в зависимости от их практического приложения к той или иной области человеческой деятельности. Иными словами, нанотехнологии применимы в различной степени практически во всех значимых областях промышленности и повседневной жизни и пр., однако методы и целесообразность их применения, а также способы использования их результатов могут кардинально различаться. Кроме того, нанотехнологии сосуществуют в различных стадиях своего исторического развития. «Эволюционные» нанотехнологии – те знания и технологии, которые известны уже давно или очень давно, но которые только сейчас начали относить к нанотехнологиям. Такие технологические приемы,

которые уже разработаны или требуют лишь незначительного улучшения для доведения до оптимального состояния, практически не требуют генерации новых знаний, а также не нуждаются в проведении интенсивных научных исследований современного уровня. Подобные нанотехнологии, как правило, работают с хорошо известными дисперсными или ультрадисперсными системами и не нуждаются в использовании «наноэффектов», изменяющих размерно-зависимые физические свойства нанообъектов. Эти технологии могут быть многотоннажными и дать сиюминутный экономический эффект без больших шансов получить новую защищенную международными патентами и лицензиями интеллектуальную собственность.

«Революционные» нанотехнологии - наукоемкие нанотехнологии, основанные на генерации новых знаний и идей, использовании самого современного синтетического и аналитического оборудования. Они не могут быть воплощены в промышленное производство немедленно, однако способны создать задел как для развития новых отраслей производства высокотехнологичных материалов и устройств, так и новой интеллектуальной собственности, которая не защищена еще патентами других стран и поэтому официально может стать именно нашей (если вовремя успеть это сделать). Такие нанотехнологии основываются на развитии фундаментальных исследований в области нанотехнологий на отдаленную перспективу, поиск новых эффектов, принципов функционирования, пока еще не существующих материалов.

*Аксиома 3.* Нанотехнологии не возникли внезапно и на пустом месте.

Они являются междисциплинарной областью исследований (при этом под междисциплинарностью следует понимать комплексную структуру знаний, более широкий научный кругозор, достигнутый за счет усложнения знаний, но не в ущерб профессиональной четкости и фундаментальной глубине), основанной на достижениях химии, физики, биологии, механики и других классических наук, а также связанным с закономерной эволюцией этих и других наук прорывом в разработке методов синтеза и анализа (в том числе – визуализации и моделирования) веществ и материалов. Именно поэтому к нанотехнологиям следует подходить без фобий, как к новой междисциплинарной, наукоемкой и ресурсоемкой области исследований и инноваций. Именно поэтому нанотехнологии требуют новые

высококвалифицированные, специально подготовленные, кадры и особую инфраструктуру исследований и сертификации их результатов.

*Аксиома 4.* Для нанотехнологий не только размер имеет значение.

Важнейшими параметрами наносистем являются, как минимум, размер, размерность, упорядочение и функциональность. Учет всех этих характеристик порождает нано- и микроструктурированные материалы, обладающими наивысшим, как говорят, инновационным потенциалом и действительно способными определить весь дальнейший прогресс в нанотехнологии.

### 3.Выводы

- 1.В окружающем нас мире находится достаточно большое количество объектов природного происхождения, соответствующих принятым определениям для наноматериалов, наносистем, наноустройств и нанотехнологий. В практическом использовании имеются также объекты, созданные искусственным способом с использованием традиционных технологий, которые могут быть отнесены к наноматериалам, наносистемам и наноустройствам.
2. Взаимодействие между материальными объектами, относящимися к наноматериалам, наносистемам и наноустройствам, в большинстве случаев имеет электромагнитную (электростатическую) природу.
- 3.Механика нанообъектов определяется близкодействующим взаимодействием.
4. Наряду с гармоническими колебательными возмущениями в наном мире существенную роль имеют различные негармонические колебательные процессы.
- 5.Распространение электромагнитных волн (света) и взаимодействие с магнитным полем имеет в наноструктурированных материалах существенные отличия по сравнению с аналогичными характеристиками макроскопически однородных материальных сред.

## Литература:

1. «Нанотехнологии. Азбука для всех.» под ред. Акад. Ю.Д.Третьякова, М.:Физматлит, 2008, 367 с.
2. «Богатство наномира», альбом научной фотографии под ред. Акад. Ю.Д.Третьякова, М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009, 265 с.
3. И.Яминский, Линейка длиной в один нанометр. «Квант», н.4, 2009, сс.2-7
4. 1. Ю.Д.Третьяков, Е.А.Гудилин, Е.А.Киселева, Наноматериалы и нанотехнологии в классическом университете: от образования к инновациям, изд-во Московского Университета, серия «Инновационный университет», Москва, 2007, 149 с.
5. Е.А.Гудилин, Ю.Д.Третьяков, Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов, Успехи химии, 78 (9) 2009, 867 – 888.
6. Е.А.Гудилин, Первая Интернет-олимпиада «Нанотехнологии – прорыв в Будущее!» (идея, уроки, задания и решения), Международный журнал «Альтернативная энергетика и экология», н.1, 2008, с.72-139.
7. Ю.Д.Третьяков, Е.А.Гудилин, «Там, внизу, все еще очень много нанобума», газета «В мире науки», 6 сентября 2008
8. Е.А.Гудилин, Е.А.Киселева, «Весна нанотехнологического образования», газета «Московский Университет», № 11 (4202) апрель 2007
9. О.А.Брылев, Е.А.Гудилин «Факультет наук о материалах Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова», журнал «Российские нанотехнологии», 2008, т.3, вып. 9-10, с. 20-29.
10. [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)

