

М. М. Алфимова

# ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

М. М. Алфимова

# ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Парк-медиа



БИНОМ. Лаборатория знаний

Москва  
2011

УДК 538.9  
ББК 22.3  
А53

**Алфимова М. М.**

**А53** Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. —  
М. : Парк-медиа : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. —  
96 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-0394-6

В книге доступно и занимательно рассматриваются три основных направления нанотехнологий: новые материалы, наноэлектронные устройства, биотехнологии. Читатели узнают, что такое нанотехнологии, какие приборы требуются для создания вещей из мира «нано» и как эти вещи будут выглядеть. Текстовый материал снабжен качественными иллюстрациями, головоломками и тестами по тематике нанотехнологий.

Книга адресована школьникам средних классов.

УДК 538.9  
ББК 22.3

---

*Учебное издание*

**Алфимова Марина Михайловна**

**ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Ведущий редактор *А. Н. Евсеевичева*

Художник *Н. А. Новак*

Иллюстрации: *В. В. Лукьянова*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*

Компьютерная верстка: *В. А. Носенко*

Подписано в печать 21.09.10. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 7,80. Тираж 3000 экз. Заказ

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru, http://www.Lbz.ru

---

ISBN 978-5-9963-0394-6

© БИНОМ. Лаборатория знаний,  
2011

# Содержание

<b>Введение</b> . . . . .	5
Что такое нанотехнологии . . . . .	5
Какими инструментами пользуются нанотехнологи . . . . .	8
Какие учёные занимаются нанотехнологиями . . . . .	12
<b>Нанохимия и наноматериалы</b> . . . . .	13
Фуллерены и нанотрубки . . . . .	13
Способы получения фуллеренов и углеродных нанотрубок . . . . .	18
Кластеры. . . . .	21
Наночастицы серебра . . . . .	22
Наночастицы оксида цинка . . . . .	25
Наночастицы диоксида кремния . . . . .	25
«Потеющий» металл . . . . .	27
<b>МЭМС, наносенсоры и наноэлектроника.</b> . . . . .	29
Микро- и наноэлектромеханические системы . . . . .	29
«Умные» материалы . . . . .	33
Наносенсоры . . . . .	38
«Электронный нос» . . . . .	40
«Электронный язык» . . . . .	43
«Умная пыль» . . . . .	47
Наноэлектроника. . . . .	51
<b>Нанобиотехнологии</b> . . . . .	55
Нанотехнологии в природе . . . . .	57
«Эффект лотоса». . . . .	57
Гекконы, мидии и суперклея . . . . .	61

Биокомпьютеры . . . . .	64
Нанобиореакторы . . . . .	66
Нанокапсулы . . . . .	68
<b>Тесты и головоломки.</b> . . . . .	<b>70</b>
<b>Ответы на тесты и головоломки</b> . . . . .	<b>85</b>

# Введение

**В** последнее время можно часто слышать слово «нанотехнологии». Если спросить любого учёного, что это такое, и для чего нужны нанотехнологии, ответ будет краток: «Нанотехнологии изменяют привычные свойства вещества. Они преображают мир и делают его лучше».

Учёные утверждают, что нанотехнологии найдут применение в очень многих областях деятельности: в промышленности, в энергетике, в исследованиях космоса, в медицине и во многом другом.

Например, крохотные нанороботы, способные проникнуть в любую клетку человеческого организма, смогут быстро лечить те или иные болезни и производить такие операции, которые не под силу даже самому опытному хирургу.

Благодаря нанотехнологиям появятся «умные дома». В них человеку практически не надо будет заниматься скучными бытовыми хлопотами. На себя эти обязанности возьмут «умные вещи» и «умная пыль».

Люди станут носить одежду, которая не пачкается, более того, сообщает хозяину, что, например, пора обедать или принять душ.

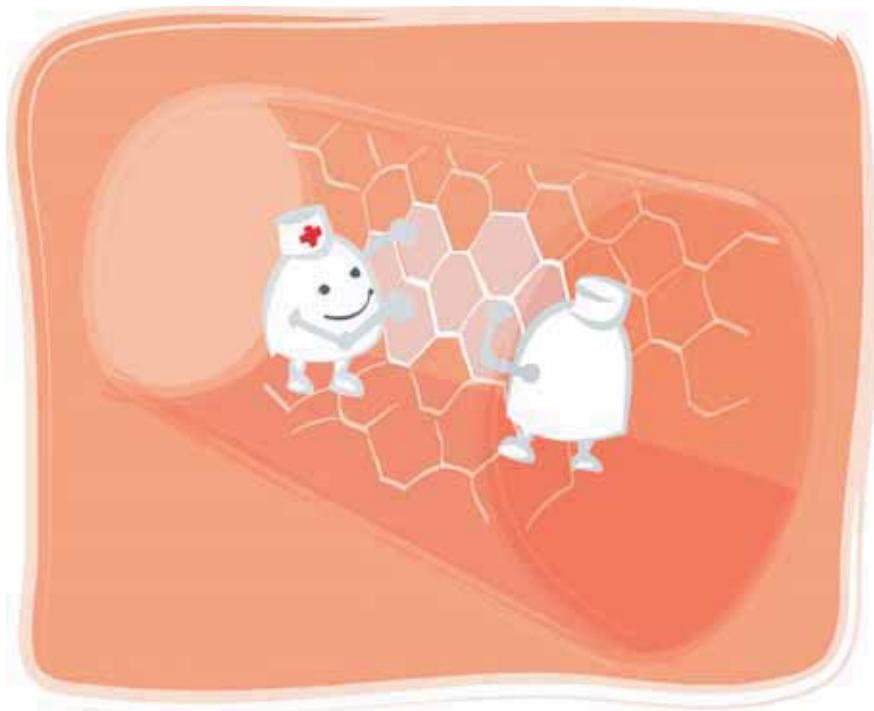
Нанотехнологии позволят изобрести компьютерную технику и мобильные телефоны, которые можно будет складывать, как носовой платок, и носить в кармане.

Словом, учёные-нанотехнологи действительно намерены существенно преобразить жизнь человека.

## ● *Что такое нанотехнологии*

Что же такое нанотехнологии? И как именно они позволяют менять свойства вещей?

Слово «нанотехнологии» состоит из двух слов — «нано» и «технологии».



В будущем крохотные нанороботы, проникнув в клетку человека, будут лечить разные болезни и даже делать хирургические операции

«Нано» — греческое слово, означающее одну миллиардную часть чего-нибудь, например, метра. Размер одного атома немного меньше нанометра. А нанометр настолько меньше метра, насколько обыкновенная горошина меньше земного шара. Если бы рост человека был один нанометр, то толщина листа бумаги показалась бы человеку равной расстоянию от Москвы до города Тулы, а это целых 170 километров!

Слово «технологии» означает создание из доступных материалов того, что необходимо человеку.

А нанотехнологии — это создание того, что нужно человеку, из атомов и групп атомов (они называются наночастицами) при помощи специальных приборов.

Учёные договорились считать наночастицами все, что имеет размер от одного до ста нанометров.



Нанометр настолько меньше метра, насколько обыкновенная горошина меньше земного шара



Существует два способа получения наночастиц.

Первый, более простой, метод — «сверху вниз». Исходный материал измельчают разнообразными способами до тех пор, пока частица не станет наноразмерной.

Второй — получение наночастиц путём объединения отдельных атомов, «снизу вверх». Это более сложный способ, но именно за ним учёные видят будущее нанотехнологий.



Первый способ получения наночастиц — измельчение материала до тех пор, пока частица не станет наноразмерной





Второй способ получения наночастиц — объединение атомов в наночастицу различными способами

Получение наночастиц этим способом напоминает работу с конструктором. Только в качестве деталей используются атомы и молекулы, из которых учёные создают новые наноматериалы и наноустройства.

### ● *Какими инструментами пользуются нанотехнологи*

Нанотехнологии начали бурно развиваться тогда, когда появился электронный микроскоп, и люди смогли увидеть наночастицы.

Потом был создан сканирующий зондовый микроскоп, и учёные смогли наночастицы «пощупать».

А сегодня с помощью зондового микроскопа исследователи могут не только изучать поверхность наночастиц, но и определять их состав и расположение атомов в наночастицах, и даже перемещать с места на место единичные атомы и молекулы.

В 1991 году были открыты углеродные нанотрубки, наночастицы с удивительным строением и уникальными свойствами.

Углеродные нанотрубки — это наночастицы, состоящие из миллиона атомов углерода, расположенных в форме полый трубки. Толщина стенки такой трубки равна одному атому углерода.

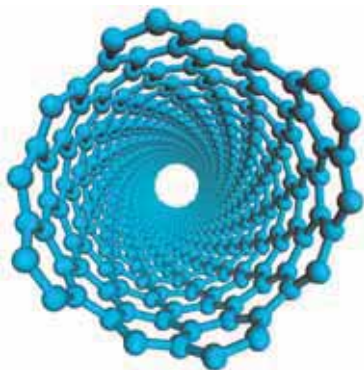
Открытие нанотрубок позволило учёным создавать на их основе множество самых разных наноинструментов, например: наноскальпель, наноспирец, нанотермометр, нанопинцет и нановесы.

Первым из таких инструментов стал нанопинцет, состоящий из двух углеродных нанотрубок. Ими, как китайскими палочками, он может подцеплять и перемещать крупные молекулы.

Затем были произведены самые чувствительные в мире нановесы, с помощью которых можно взвесить одну молекулу, что очень важно при создании новых материалов из атомов и молекул.



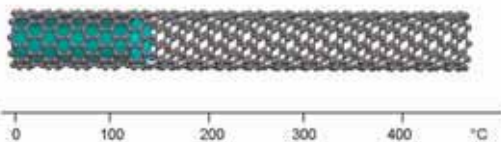
Так выглядит современная нанолaborатория по изучению оптических свойств наночастиц. Нанолaborатория состоит из оптического микроскопа, электронного зондового микроскопа и прибора, который называется спектрометр



Компьютерная модель нанопинцета из углеродных нанотрубок. Этими нанотрубками, как китайскими палочками, можно подцеплять и перемещать крупные молекулы



Компьютерная модель наносприца из углеродной нанотрубки. В нанотрубку помещаются молекулы вещества, которые затем можно ввести, например, в живую клетку, не повреждая оболочку



Компьютерная модель нанотермометра из углеродной нанотрубки. При высокой температуре вещество, находящееся внутри нанотрубки, заполняет больший объем, чем при низкой температуре. Точно так же работает обычный термометр

Был создан и нанотермометр, очень похожий на обычный медицинский градусник, только во много раз меньше.

В 2006 году учёные сделали из углеродной нанотрубки, натянутой между двумя вольфрамовыми иглами, наноскальпель, с помощью которого можно вскрывать живую клетку.

А в 2007 году был создан наносприц, позволяющий вводить внутрь клетки те или иные вещества, не повреждая её оболочку.

Новый наноматериал или наноустройство сначала создаётся учёными в виде компьютерной модели. Так работать намного удобнее и быстрее.

Компьютерные программы позволяют получить на экране монитора объёмную модель, которую можно поворачивать во все стороны и смотреть, как изменится состояние модели при повышении или понижении температуры, давления или электромагнитного поля. Компьютерные программы учитывают все законы наномира.



В будущем крошечные нанороботы смогут собирать различные материалы и устройства из отдельных атомов

Наноинструменты и программы компьютерного моделирования учёные постоянно используют в своей работе, и именно с их помощью создаются новые наноматериалы и наноустройства.

Нанотехнологи работают над созданием крошечных нанороботов (их ещё называют «наноботы»), которые в будущем смогут собирать всё что угодно из отдельных атомов.

В 1986 году американский профессор Эрик Дрекслер предположил возможность создания молекул, имеющих форму деталей различных механизмов. Чтобы собрать из таких деталек целый механизм, учёный предложил использовать прикрепленные к ним биологические молекулы, способные соединяться между собой в определённом порядке. Устройства для такой сборки Дрекслер назвал «ассемблерами». А отдельные атомы он предложил получать при помощи устройств, которые назвал «дизассемблерами». Ассемблеры и дизассемблеры — это универсальные молекулярные роботы размером всего в сотню нанометров.

Наноботы связаны с обычным компьютером, которым управляет человек. Человек придумывает, какая нужна конструкция, определяет, из каких атомов она должна состоять, её форму и размеры.

Дизассемблер атом за атомом разбирает что-нибудь ненужное и передаёт набор атомов ассемблеру. Сборщик-ассемблер также атом за атомом собирает то, что придумал человек. При этом ассемблер может создавать сколько угодно её копий, которые ничем не отличаются друг от друга.

Учёные считают, что наноботы появятся уже в 2025 году. Работы по созданию этих замечательных устройств идут в разных странах мира.

### ● *Какие учёные занимаются нанотехнологиями*

Развитие нанотехнологий стало возможным после того, как накопленные за века знания соединились вместе с целью создания из атомов материалов и устройств с совершенно новыми свойствами.

Соответственно, нанотехнологи — это учёные, которые имеют широкие познания в физике, химии и биологии, а также специалисты по компьютерным наукам, поскольку наноматериалы или наноустройства учёные сначала создают в виде объёмных компьютерных моделей.



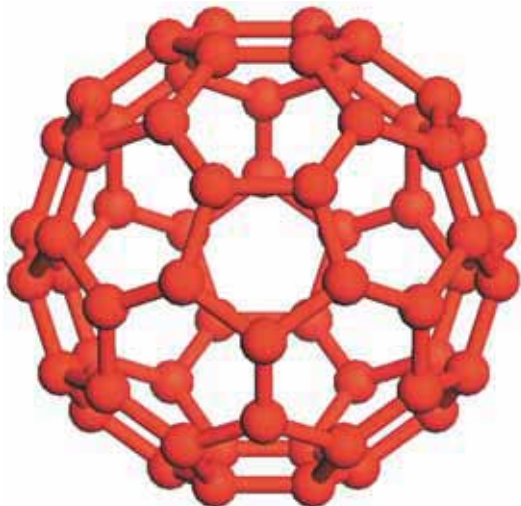
# Нанохимия и наноматериалы

## ● Фуллерены и нанотрубки

В 1985 году были открыты фуллерены. Причём совершенно случайно, в обыкновенной саже, которая получается при сгорании древесины или природного газа. Уникальные свойства фуллеренов настолько повлияли на развитие

науки, что за это открытие американские химики Харолд Крото, Ричард Смолли и Роберт Кёрл удостоились в 1996 году Нобелевской премии — высшей награды для учёных.

Фуллерены состоят из тех же атомов углерода, что и драгоценные алмазы, и графит, из которого сделан карандашный грифель.



Компьютерная модель фуллерена, состоящего из шестидесяти атомов углерода, его называют фуллерен C<sub>60</sub>



Количество атомов в фуллеренах бывает разным, но оно всегда чётное: от 28 до 540. Молекула самого известного на сегодня фуллерена состоит из 60 атомов углерода, поэтому он так и называется — фуллерен C<sub>60</sub>.

По форме фуллерены похожи на мячи — круглые футбольные или продолговатые, как для игры в регби.

С помощью фуллеренов учёные предполагают создавать материалы, которые прочнее алмаза, новые материалы для электроники, а также лекарства против вирусных заболеваний, в частности СПИДа.

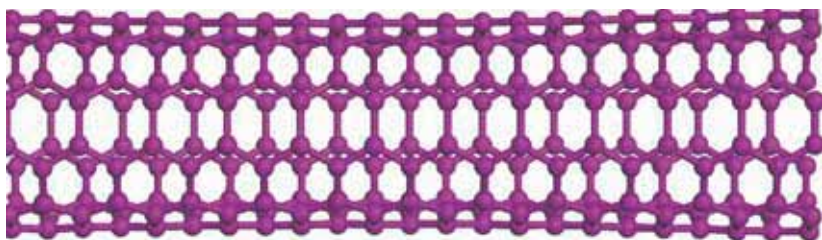
Углеродные нанотрубки также состоят из атомов углерода, но количество их уже намного больше, чем в молекулах фуллеренов, — около миллиона.

Прародителем нанотрубок был обыкновенный графит. Когда исследователи пропускали через него электрический разряд, то заметили, что молекулы графита принимают не только шарообразные формы, но и предстают в виде полых трубок с толщиной стенок в один атом углерода.

Диаметр углеродной нанотрубки около одного нанометра, а вот длина может быть в десять тысяч раз больше диаметра — несколько десятков микрон (микрон — одна миллионная часть метра, что в тысячу раз больше одного нанометра).

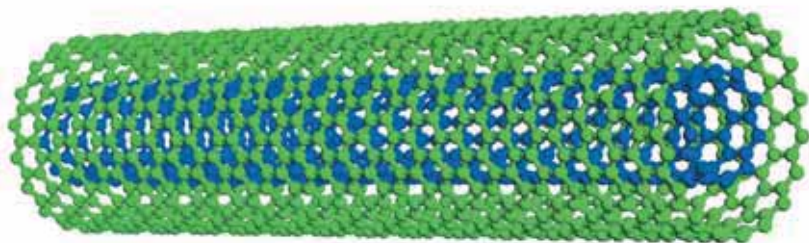
Нанотрубку длиной от Земли до Луны можно было бы намотать на катушку размером с маковое зёрнышко.

Нанотрубка в сто тысяч раз тоньше человеческого волоса и при этом в сто раз прочнее стали. Нить из нанотрубок, диаметр которой всего один миллиметр, может выдержать груз в 20 тонн. При такой необыкновенной прочности нанотрубки очень гибкие.



Компьютерная модель однослойной углеродной нанотрубки.  
Толщина такой нанотрубки — один атом углерода



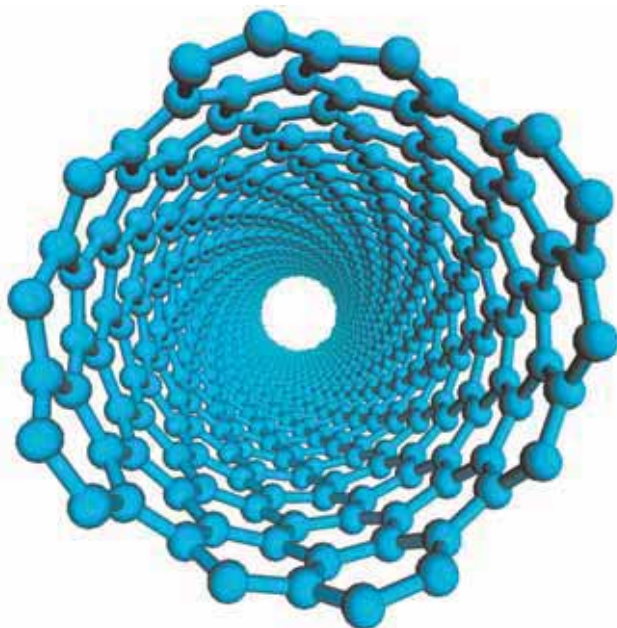


Компьютерная модель двухслойной углеродной нанотрубки:  
в одну нанотрубку вставлена другая нанотрубка

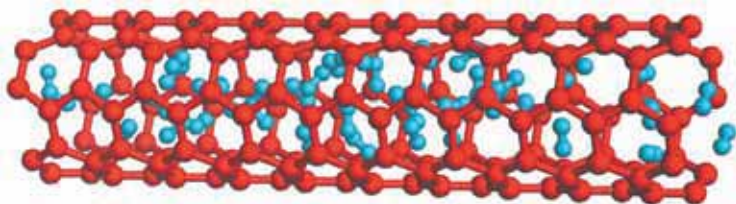
Нанотрубки не рвутся, не ломаются, а при сильном воздействии их атомы просто перестраиваются. Нанотрубки состоят только из атомов углерода. Ни один материал с таким простым химическим составом не может похвастаться даже частью свойств, которыми обладают нанотрубки.

Нанотрубки бывают разные: однослойные и многослойные (трубка в трубке, как матрёшка), прямые и закрученные в спираль.

Как можно использовать нанотрубки?



Компьютерная модель спиральной однослойной нанотрубки



Компьютерная модель нанотрубки-контейнера

Благодаря удивительным свойствам нанотрубок их можно использовать прежде всего для создания искусственных мускулов, которые намного сильнее биологических, а ещё не «боятся» ни высоких температур, ни вакуума, ни разных химических веществ.

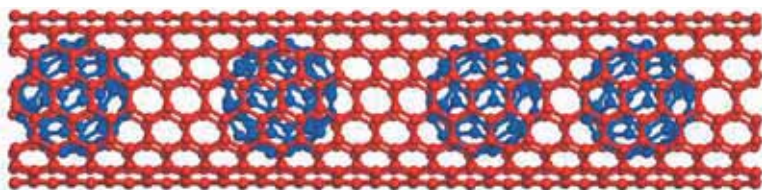
Из нанотрубок можно создавать очень лёгкие и очень прочные материалы, чтобы шить одежду для пожарных и космонавтов.

На основе нанотрубок делают новые элементы для компьютеров. Размеры этих элементов в сотни раз меньше тех, которые используются в наши дни.

Учёные выяснили, что нанотрубки способны втягивать в себя жидкости и газы, а значит, их можно использовать как крошечные контейнеры для хранения жидких и газообразных веществ.

К примеру, если наполнить нанотрубки таким газом, как водород, то в скором времени на дорогах мира появятся автомобили, которые ездят на водородном топливе. Это решит многие экологические проблемы, потому что выхлоп автомобиля на водородном топливе представляет собой обычный водяной пар.

Таким образом можно будет хранить и ядовитые газы, которые, попав внутрь нанотрубок, не смогут самостоятельно вырваться наружу. Нанотрубки раскроются и выпустят ядовитый газ только если окажутся в специальных, заданных человеком условиях.



Нанотрубка-контейнер с фуллеренами внутри

[ . . . ]