

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра физики и методики преподавания физики

ГЛОССАРИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МИКРО И НАНОСТРУКТУРОЙ»

Методические указания

Составители: И.Н. Анисина, О.Н. Каныгина

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика

Оренбург
2020

УДК 539.2(03)

ББК 22.36я2

Г54

Рецензент – доцент, кандидат физико-математических наук А.Г. Четверикова

Г54 **Глоссарий для самостоятельной работы по дисциплине «Современные материалы с микро и наноструктурой» : методические указания / составители: И.Н. Анисина, О.Н. Каныгина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 36 с.**

Методические указания содержат более 60 терминов и определений в помощь для самостоятельной работы студентов. Для значительной части терминов, которые сгруппированы по алфавиту, указана их краткая форма, для некоторых – аббревиатуры. К определениям даны пояснения и примеры, имеются иллюстрации.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика

УДК 539.2(03)

ББК 22.36я2

© Анисина И.Н.,
Каныгина О.Н.,
составление, 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

Введение	4
Глоссарий	6
Список использованных источников	35

Введение

Согласно учебному плану специальности 03.03.03 Радиофизика, разработанному в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3-го поколения, предусмотрено изучение дисциплины «Современные материалы с микро и наноструктурой».

Цель освоения дисциплины заключается в обучении студентов основам физики низкоразмерных структур и нанотехнологий; формировании современной научной базы по проблемам строения и поведения вещества в нанометровом масштабе; изучении принципов создания нанообъектов, возможностей нанотехники и ее роли в недалеком будущем.

Задачами освоения дисциплины является формирование целостного научного мировоззрения, связанного достижениями квантовой физики и реализацией их в области физики и химии низкоразмерных объектов; развитие практических навыков в решении конкретных задач; ознакомление с основными методами исследования наноструктур.

В процессе изучения дисциплины обучающийся осваивает ряд общекультурных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций, необходимых для будущего специалиста (таблица 1).

Таблица 1

<i>Формируемые компетенции</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</i>
ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	<u>Знать:</u> Основы математики и естественных наук <u>Уметь:</u> Применять базовые знания математики и естественных наук в учебной деятельности <u>Владеть:</u> Использовать базовые знания математики и естественных наук в профессиональной деятельности
ПК-1 способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации	<u>Знать:</u> принципы движения и взаимодействия молекул

<i>Формируемые компетенции</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</i>
современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	<p>Уметь: Применять теоретические знания по физике твердого тела, а также квантовой электроники для объяснения работы радиоэлектронной и оптической аппаратуры микрометрового масштаба</p> <p>Владеть: Работать с радиоэлектронной и оптической аппаратурой и оборудованием, соблюдая технику безопасности</p>

Содержание дисциплины «Современные материалы и микро- и наноструктурой» включает следующие разделы:

1. Введение: природные и синтезированные наночастицы. Способы получения наночастиц в различных средах. Современные представления о наноразмерных объектах, условиях их существования; методы получения и хранения наночастиц. Коллоидные растворы, эмульсии, мицеллы.

2. Особенности физических и химических свойств низкоразмерных структур. Классификация наночастиц; размерные эффекты. Зависимости физических свойств наноматериалов от их размеров. Методы исследования материалов с микро и наноструктурой. Металлоорганические каркасы MOF

3. Наноматериалы и нанотехнологии. Природные наночастицы. Способы синтезирования наноматериалов; проблемы и достижения.

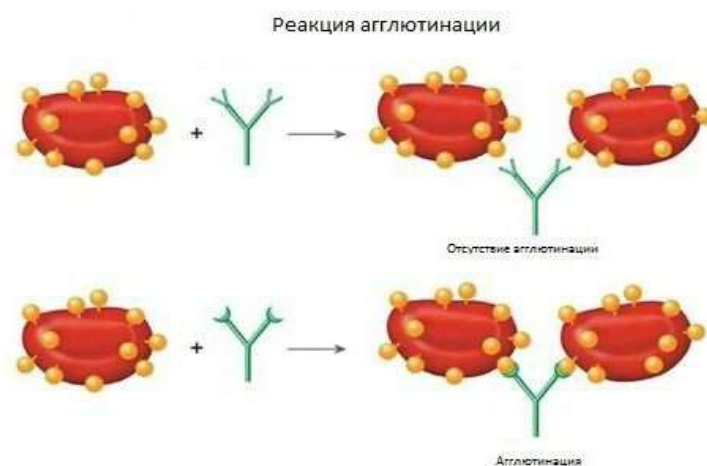
4. Области и проблемы применения: наноэлектроника, «молекулярные машины» бионанотехнологии. Тонкие пленки. Поверхностно-активные вещества. Мицеллярные системы. Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Цеолиты. Фундаментальные пределы миниатюризации. Литография. Основные компоненты микросхем. Логические и запоминающие ячейки. Связи, соединения, передача данных. Системы долговременной памяти.

Наноэлектроника на «нанотрубках». Квантовые устройства. Наноинструменты для микробиологии и медицины.

В процессе прослушивания курса лекций, чтения статей, при подготовке к семинарам и др. обучающиеся отмечают незнакомые, непонятные слова и термины. Для нахождения их значения предлагается использовать глоссарий, представленный в методических указаниях. В глоссарии (словарь узкоспециализированных терминов в какой-либо отрасли знаний с толкованием, иногда переводом на другой язык, комментариями и примерами) собраны термины, понятия, определения, используемые в курсе изучения дисциплины «Современные материалы с микро и наноструктурой», часть терминов визуализирована с помощью иллюстраций. Отобраны те термины, которые авторы посчитали наиболее актуальными и необходимыми в рамках изучаемой дисциплины. Приведен список полезной литературы.

Глоссарий

Агглютинация (лат. *agglutinatio* – приклеивание) – склеивание и выпадение в осадок из однородной взвеси бактерий, эритроцитов и др. клеток, несущих антигены, под действием специфических веществ - агглютининов, в роли которых могут, например, выступать антитела или лектины.



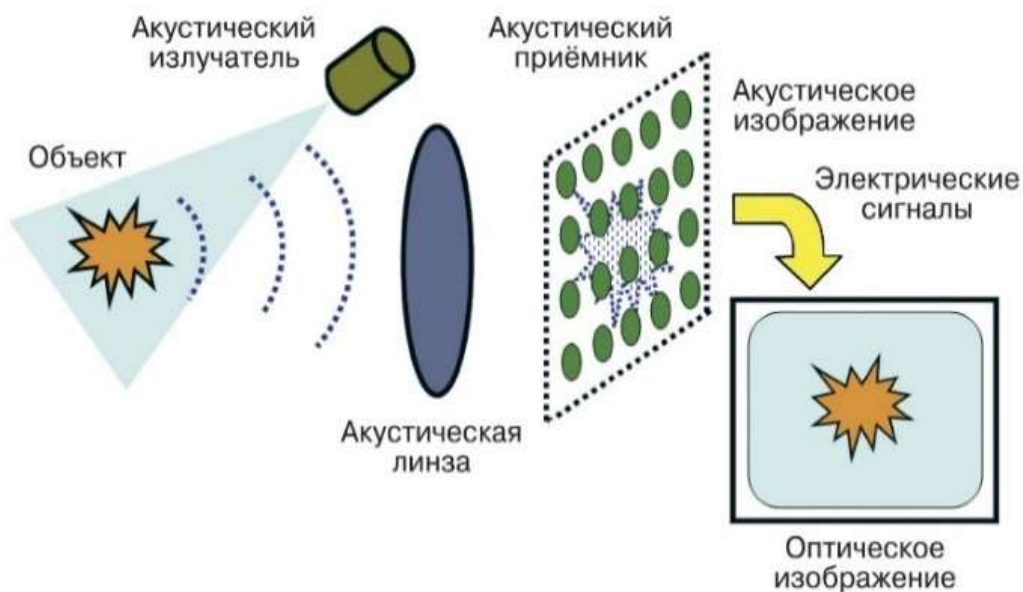
Агломерация – пространственная группировка и адгезия дисперсных частиц, в результате которой образуются более крупные по размерам вторичные частицы.

АГЛОМЕРАЦИЯ В ВИХРЕВОМ СЛОЕ

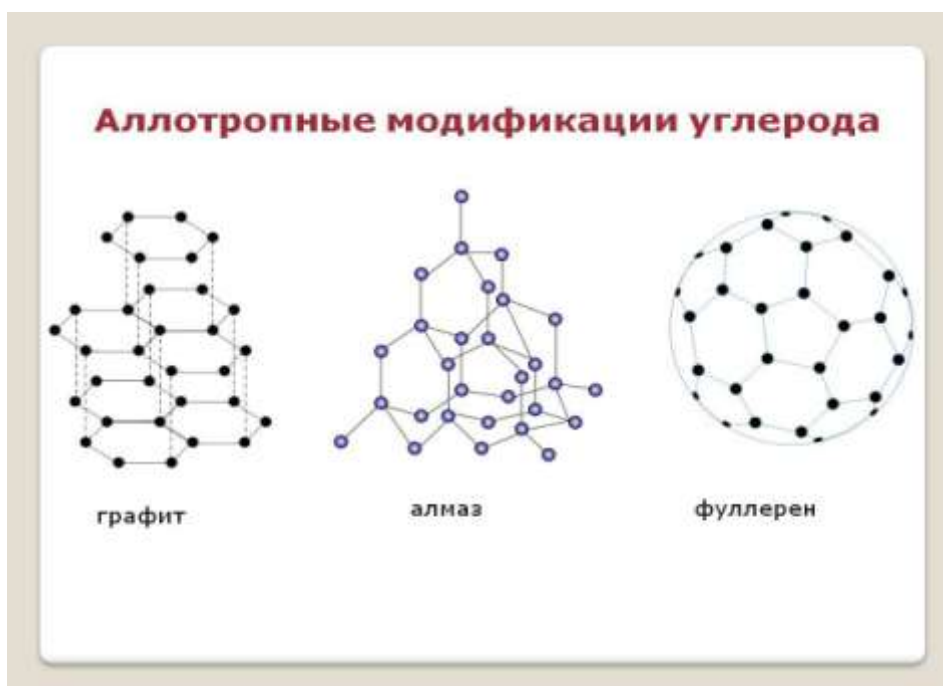


Адсорбенты – высокодисперсные природные или искусственные материалы с большой удельной поверхностью, на которой происходит адсорбция веществ из соприкасающихся с ней газов или жидкостей.

Акустическое излучение – ультразвуковые, звуковые и сейсмические волны (в зависимости от физической среды передачи).

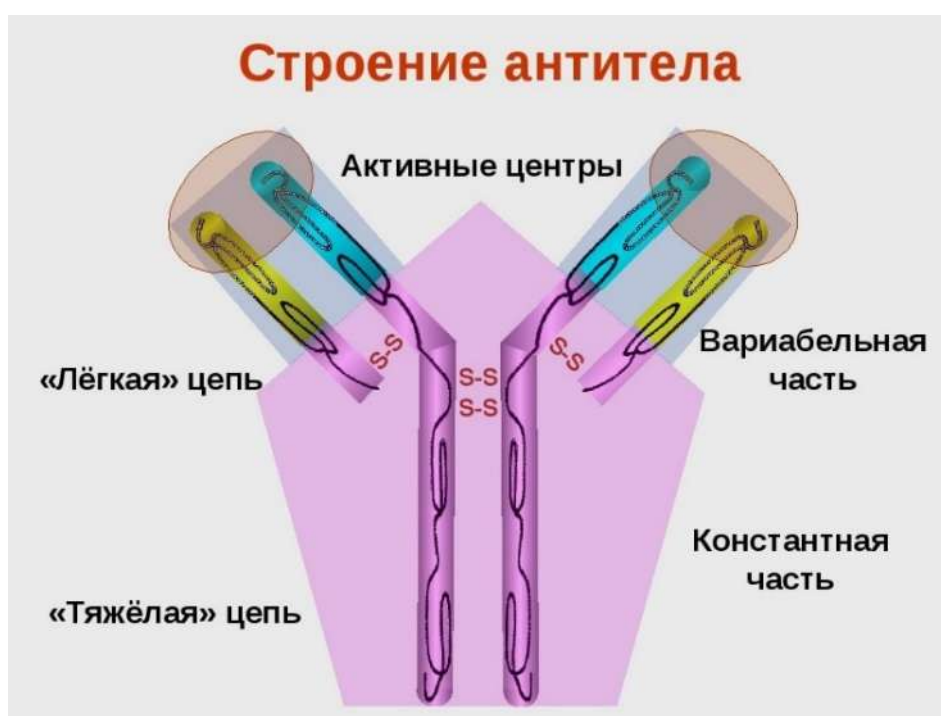


Аллотропия (греч. *allos* – иной, *tropos* – поворот, свойство) – существование одного и того же элемента в виде различных по свойствам и строению структур.



Алюмосиликаты – группа природных и синтетических силикатов, комплексные анионы которых содержат кремний и алюминий.

Антитела (иммуноглобулины, ИГ, Ig) – вид белковых соединений плазмы крови, синтезирующихся плазматическими клетками в организме человека и других теплокровных животных в ответ на попадание в него чужеродных или потенциально опасных веществ (это молекулы из бактерий или вирусов, белковые токсины и т.п. вещества, которые в соответствии с их ролью в иммунном ответе называют антигенами).



Ассемблер (наноассемблер, конструктор) (англ. assemble – собирать) – кибернетическое устройство нанометрических масштабов, способное из набора атомов производить (собирать) молекулы путем механохимии по заданной программе.

Аффинный биосенсор – биосенсор на основе антител/антигенов, лектинов, рецепторов животных клеток, нуклеиновых кислот.

Биомиметика (от латинского «биос» – жизнь и «мимесис» – имитация) создание устройств, приборов, механизмов или технологий, идея и основные элементы которых заимствуются из живой природы.

Различают следующие направления биомиметики:

- 1) биологическую биомиметику, изучающую процессы, происходящие в биологических системах;
- 2) теоретическую биомиметику, которая строит математические модели этих процессов;
- 3) техническую биомиметику, применяющую модели теоретической биомиметики для решения инженерных задач.

Одним из первых примеров создания биомиметического материала является широко распространенная «липучка», прототипом которой стали плоды репейника, цеплявшиеся за одежду. Импульсом к развитию биомиметики в последние годы послужило развитие нанотехнологий. Размеры биологических макромолекул – нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и белков (антигены, антитела, вирусные капсиды, ферменты и др.) находятся в нанодиапазоне.

Биокерамика (англ. biocompatible nanoceramics или англ. nanostructured bioceramics) – наноструктурированный керамический материал, используемый в медицине для восстановления (замещения) поврежденных твёрдых тканей. Биокерамические материалы можно разделить по типу биохимического взаимодействия с организмом:

- биоинертные (биотолерантные), к которому относятся биоматериалы, такие как оксид алюминия и оксид циркония, которые сохраняют форму имплантата и поверхностную структуру без врастания тканей и не изменяются под действием окружающей среды.

- биологически активные материалы, изменяющиеся на границе с живыми тканями типа гидроксиапатита.

- биорезорбируемые материалы, полностью заменяющиеся биологическими структурами, типа трикальцийфосфата или сульфата кальция.

Биоинертная биокерамика заняла свою нишу в эндопротезировании. Материалы в этой области должны обладать определенными химическими свойствами (отсутствие нежелательных химических реакций с тканями и межтканевыми жидкостями, отсутствие коррозии) и механическими характеристиками.

Бионика (от греч. *biōn* – элемент жизни, буквально – живущий) – наука, пограничная между биологией и техникой, решающая инженерные задачи на основе анализа структуры и жизнедеятельности организмов. Бионика тесно связана с биологией, физикой, химией, кибернетикой и инженерными науками – электроникой, навигацией, связью, морским делом и др. Основные направления работ по бионике охватывают следующие проблемы: изучение нервной системы человека и животных и моделирование нервных клеток – нейронов и нейронных сетей для дальнейшего совершенствования вычислительной техники и разработки новых элементов и устройств автоматизации и телемеханики (нейробионика); исследование органов чувств и других воспринимающих систем живых организмов с целью разработки новых датчиков и систем обнаружения; изучение принципов ориентации, локации и навигации у различных животных для использования этих принципов в технике; исследование орфологических, физиологических, биохимических особенностей живых организмов для выдвижения новых технических и научных идей.

Биополимеры – класс полимеров, встречающихся в природе в естественном виде, входящие в состав живых организмов: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, лигнин.

Биосенсор – это аналитический прибор, в котором для определения химических соединений используются реакции этих соединений,

катализируемые ферментами, иммунохимические реакции или реакции, проходящие в органеллах, клетках или тканях.

Вольтамперная характеристика (ВАХ) – зависимость тока, протекающего через двухполюсник, от напряжения на этом двухполюснике. Описывает поведение двухполюсника на постоянном токе. Также ВАХ называют функцию, выражающую (описывающую) эту зависимость и график этой функции.

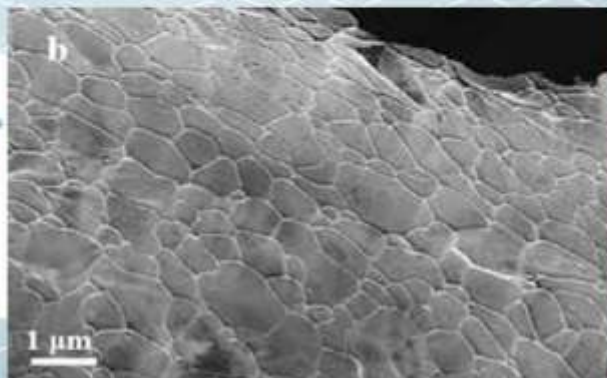
Геомодификатор (греч. геос - земля) – специальная микро- или нанодобавка в топливно-смазочные материалы и технологические среды на базе минералов геологического (реже – искусственного) происхождения, которые могут вступать во взаимодействие с контактируемыми (трущимися) участками деталей и формировать на них металлокерамический слой, частично восстанавливающий дефекты поверхностей трения.

Гетероструктура (греч. гетеро - союз, товарищество) – комбинация нескольких гетеропереходов (контакт двух разных полупроводников), используемая для создания потенциальных ям для электронов и дырок в слоистых полупроводниковых структурах и применяемая в полупроводниковых лазерах и светоизлучающих диодах.

Графен – углеродный наномонослой, в котором связи С*С образуют правильные графитовые шестиугольники («пчелиные соты»).

➤ Графен

Двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, соединенных посредством sp^2 связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку.



Дизассемблер – кибернетическое устройство нанометрических масштабов, способное по заданной программе отделять атомы от молекул, записывая при этом их месторасположение на молекулярном уровне. Пара «ассемблер-дизассемблер» сможет создавать копии любых макрообъектов.

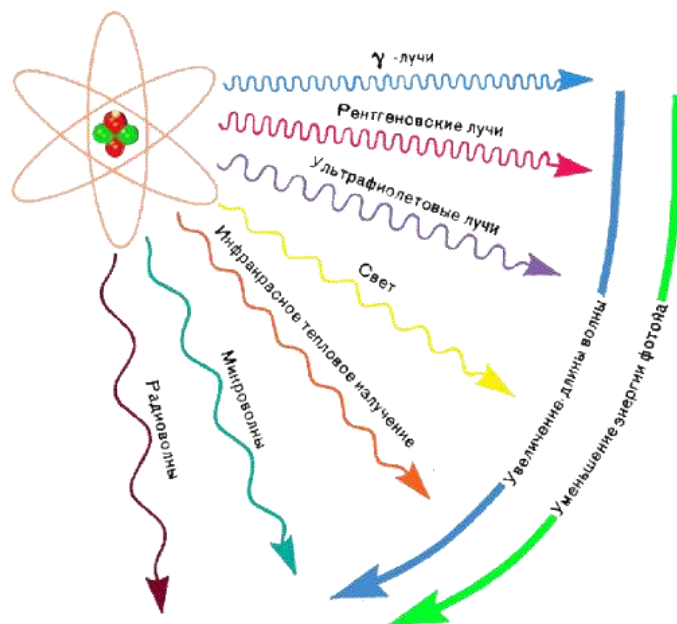
Дисперсия – мера разброса случайной величины, то есть её отклонения от математического ожидания. В статистике для обозначения дисперсии часто употребляется «квадратный корень из дисперсии» и называется стандартным отклонением. Стандартное отклонение измеряется в тех же единицах, что и сама случайная величина, а дисперсия измеряется в квадратах этой единицы измерения.

Диссипация (лат. dissipatio – рассеяние) – процесс необратимого рассеивания (или возврата) энергии, полученной системой при различных процессах (например, при трении).

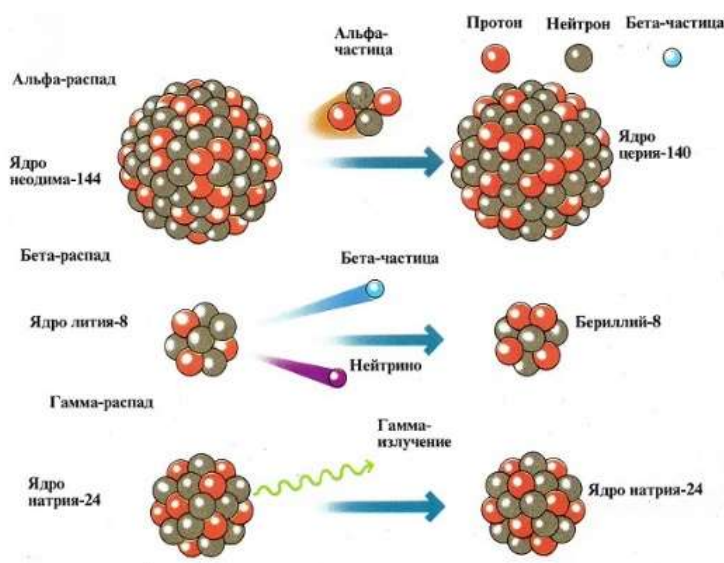
Долговременная память – блок обработки информации, характеризующийся практически неограниченными временем хранения и объемом хранимой информации.

Защита окружающей среды («зеленая инженерия») – изучение состояния окружающей среды, удаление загрязнителей или уменьшение отходов, включает также изучение эффектов наноматериалов в различных средах.

Излучение – это передача энергии в форме волн или частиц через пространство или через материальную среду.



Излучение частиц – включает в себя альфа-излучение (α), бета-излучение (β) и нейтронное излучение (нейтральные частицы с ненулевой энергией покоя).



Изомеры – химические соединения, одинаковые по молекулярной массе и составу, но различающиеся по строению.

Интеркаляция – обратимое внедрение молекул ионов или атомов между молекулами или группами атомов другого типа.

Искусственный интеллект (ИИ; англ. artificial intelligence, AI) – свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ

Источник питания – электрическое оборудование, предназначенное для производства, аккумуляции электрической энергии или изменения ее характеристик.

Квантовая точка – наноразмерная частица проводника или полупроводника. Её размер должен быть настолько малым (обычно размером ~ 1-10 нм), чтобы были существенны квантовые эффекты. Это достигается, если кинетическая энергия электрона, обусловленная неопределённостью его импульса, будет заметно больше всех других энергетических величин. Исторически первыми квантовыми точками были нанокристаллы селенида кадмия.

Квантовая нить – объект нитеобразной формы с поперечными размерами, удовлетворяющими условию размерного квантования. Потенциальная энергия электрона в таком объекте ниже, чем за его пределами, и за счет малых поперечных размеров движение электрона ограничено в двух измерениях. Движение вдоль оси нити остается свободным, в то время как движение в других направлениях квантуется, и его энергия может принимать лишь дискретные значения.

Квантовая яма – тонкий плоский слой полупроводникового материала (обычно толщиной $\sim 1-10$ нм), внутри которого потенциальная энергия электрона ниже, чем за его пределами. Таким образом, движение электрона ограничено в одном измерении. Движение в направлении, перпендикулярном плоскости квантовой ямы, квантуется, и его энергия может принимать лишь некоторые дискретные значения.

Керметы – это композиционные металлокерамические материалы, представляющие собой гетерогенную композицию одной или нескольких керамических фаз с металлами или сплавами с малой взаимной растворимостью, получаемые спеканием металлических и керамических порошков.

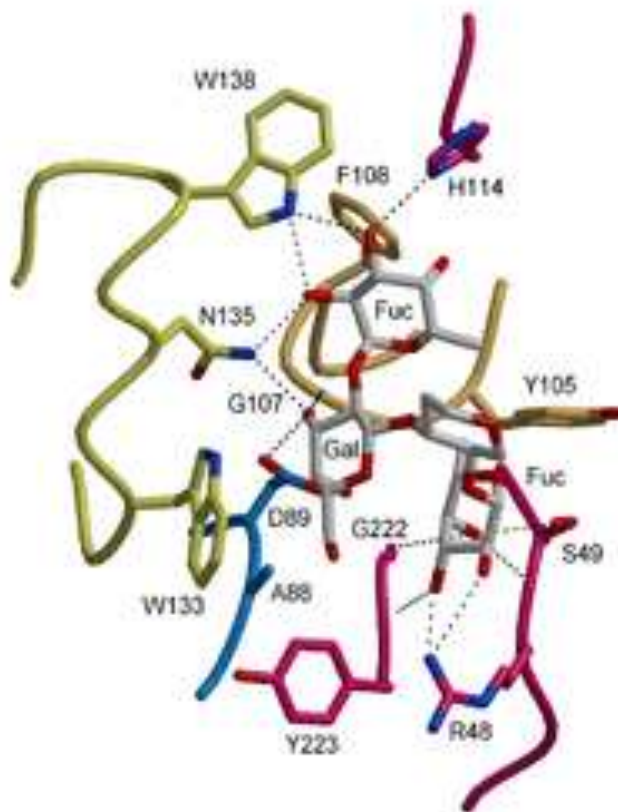
Кластер – разновидность наночастиц, представляющая собой аморфную или поликристаллическую наноструктуру, хотя бы один характерный размер которой находится в пределах 1-10 нм. Нанокластер состоит из десятков, сотен или тысяч атомов и обладает определенными свойствами.

Когерентность (от лат. *cohaerens* – «находящийся в связи») – в физике согласованность нескольких колебательных или волновых процессов во времени, проявляющаяся при их сложении. Колебания когерентны, если разность их фаз постоянна во времени, и при сложении колебаний получается колебание той же частоты.

Когнитивная графика – это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу увидеть решение, либо получить подсказку для его нахождения.

Коллоидный раствор *иначе* дисперсная система; золь (англ. *colloidal solution* или *colloidal system*) – высокодисперсная система, в которой дисперсионная среда представляет собой жидкость, а размер частиц дисперсной фазы составляет от 1 до 1000 нм.

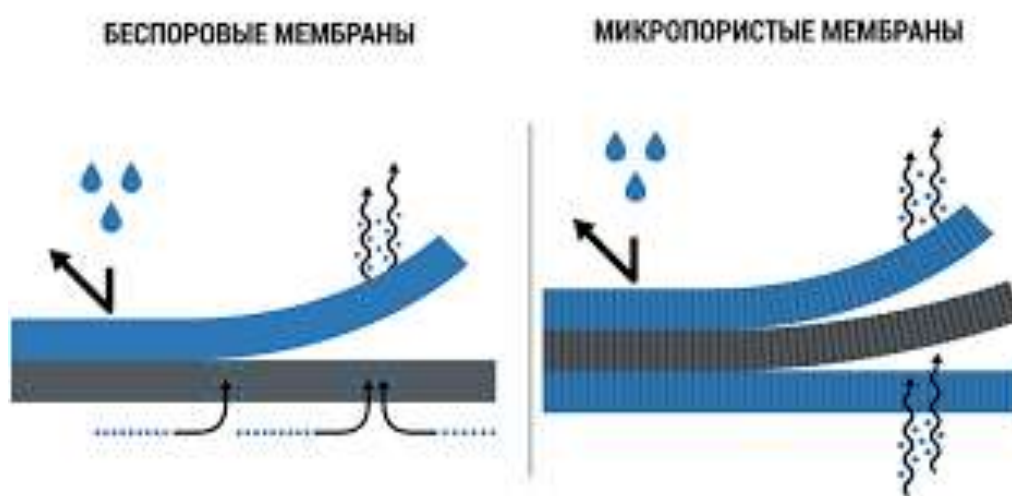
Лектины – белки и гликопротеины, обладающие способностью высокоспецифично связывать остатки углеводов на поверхности клеток, в частности, вызывая их агглютинацию.



Ленгмюра-Блоджетт, технология иначе пленки Ленгмюра-Блоджетт; метод Ленгмюра-Блоджетт (англ. Langmuir-Blodgett method сокр., LB) – технология получения моно- и мультимолекулярных пленок путем переноса на поверхность твердой подложки пленок Ленгмюра (монослоев амфифильных соединений, образующихся на поверхности жидкости). Метод формирования моно- и мультимолекулярных пленок был разработан Ирвингом Ленгмюром и его ученицей Катариной Блоджетт в 1930-х гг. В настоящее время данная технология, названная методом Ленгмюра–Блоджетт, активно используется в производстве современных электронных приборов. Основная идея метода заключается в формировании на водной поверхности мономолекулярного слоя амфифильного вещества и последующем его переносе на твердую подложку. В водной фазе молекулы амфифильного вещества располагаются на поверхности раздела «воздух–вода». Для формирования поверхностного мономолекулярного

слоя используют сжатие поверхностного слоя с помощью специальных поршней. При последовательном изотермическом сжатии изменяется структура мономолекулярной пленки, которая проходит через ряд двумерных состояний, условно именуемых состояниями газа, жидкого кристалла и твердого кристалла. Таким образом, зная фазовую диаграмму пленки, можно управлять ее структурой и связанными с ней физико-химическими свойствами.

Мембрана – тонкая гибкая плёнка или пластинка, обычно закреплённая по периметру.



Мицелла (англ. micelle) – отдельная частица высокодисперсной коллоидной системы с жидкой дисперсионной средой, состоящая из ядра и поверхностной стабилизирующей оболочки. Средний размер мицелл составляет от 1 до 100 нм. К мицеллам относят частицы в лиофильных коллоидах (растворах поверхностно-активных веществ). В лиофильных золях мицелла представляет собой ассоциат молекул (агрегаты, состоящие из десятка и сотен амфифильных молекул). В каждой молекуле длинный гидрофобный радикал связан с полярной (гидрофильной) группой. При образовании мицеллы несколько десятков или сотен молекул объединяются так, что гидрофобные радикалы образуют ядро (внутреннюю область), а гидрофильные группы – поверхностный слой мицеллы. Концентрацию поверхностно-активных веществ в растворе, при которой в

системе образуются устойчивые мицеллы, находящиеся в равновесии с неассоциированными молекулами поверхностно-активного вещества, называют критической концентрацией мицеллообразования. Если дисперсионной средой является органическая жидкость, ориентация молекул в мицелле может быть обратной: ядро содержит полярные группы, а гидрофобные радикалы обращены во внешнюю фазу (обратная мицелла).

Матрицы – это математический объект, записываемый в виде прямоугольной таблицы элементов кольца или поля (например, целых, действительных или комплексных чисел), которая представляет собой совокупность строк и столбцов, на пересечении которых находятся её элементы.

Масштабируемость – это свойство параллельного алгоритма работать быстрее на большем количестве ядер. Непараллельный алгоритм этим свойством не обладает. Ситуация, когда повышение количества ядер вдвое приводит к 30-ти кратному сокращению времени исполнения вдвое, называется идеальным масштабированием, к которому все стремятся.

Металл-органические каркасные структуры (англ. metal-organic frameworks, MOF) – это пористые кристаллические материалы, в которых ионы металла связаны между собой с органическими молекулами. Внутри таких каркасных структур образуются достаточно крупные поры нанометрового размера, в которых могут находиться «гостевые» молекулы. **MOF** состоит из т.н. неорганических кластеров, которыми, как правило, выступают ионы металлов или иные полиядерные неорганические кластеры, и так называемых органических полифункциональных молекул (именуемых также лигандами или линкерами). Неорганические кластеры связаны с органическими полифункциональными молекулами сильными ковалентными связями. Металл-органические каркасные структуры могут быть одномерными, двумерными или

трехмерными. Внешне они выглядят в первом случае как цепочки, во втором – как сетки, в третьем – как каркасы, кристаллические решетки.

Молекулярный дизайн – конструирование новых химических соединений с заданными свойствами с привлечением компьютерных, теоретических и экспериментальных методов. Опирается на имеющиеся сведения о механизме действия химических веществ и/или эмпирического соотношения «структура-свойство». Сформировался в последней четверти 20 века. Одним из наиболее развитых направлений является молекулярный дизайн лекарственных веществ на основе пространственной структуры биологической мишени (как правило, белковой природы – рецептора или фермента) – компьютерное конструирование молекул с характеристиками (геометрическими параметрами, распределением электростатического и липофильного потенциалов, расположением доноров и акцепторов протонов и т. д.), обеспечивающими наилучшее взаимодействие с такой мишенью.

Молекулярные машины – белковые молекулы или, чаще, макромолекулярные комплексы, образованные с участием белков, которые способны осуществлять направленные движения. Работа таких машин обеспечивает перемещение клеточных структур и органелл (например, расхождение хромосом при клеточном делении), изменение формы клеток, активное перемещение клеток, активный транспорт через мембрану против градиента концентрации, мышечные сокращения, перемещение полимеров вдоль матрицы при синтезе биополимеров подобное. Молекулярная машина, в отличие от макроскопической механической машины, во-первых, маленькая, т.е. подвергается тепловому движению своих собственных частей и внешних молекул, что делает невозможным сбережения механической энергии. Во-вторых, она построена из полимеров, а это значит, что ее частям присуща конформационная подвижность. Однако вследствие того, что молекула белка имеет определенную достаточно жесткую пространственную организацию,

конструкция молекулярной машины допускает не любые, а определенным образом направленные в пространстве движения ее частей.



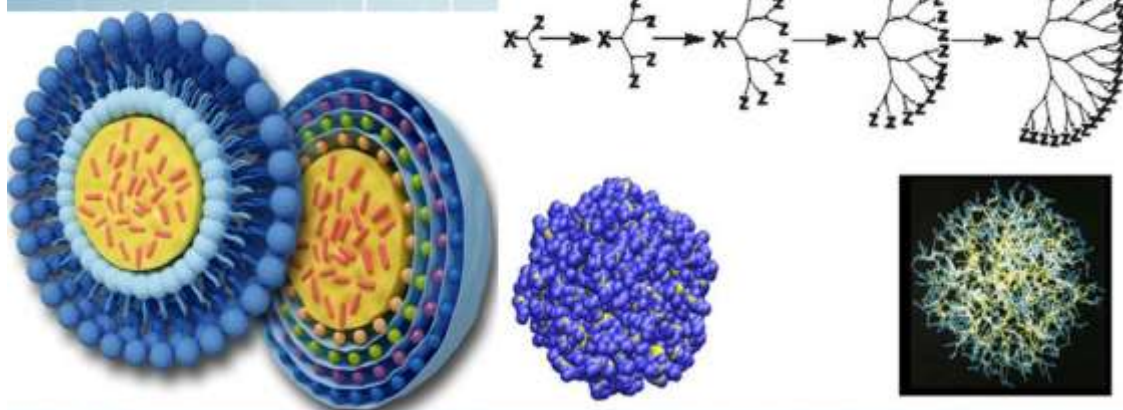
Нанобиотехнология – это область науки на стыке биологии и нанотехнологии. Этот широкий термин обычно используют как в случаях применения нанотехнологических устройств и наноматериалов в биотехнологии, так и при использовании биологических молекул для нанотехнологических целей.

Нановолокно – объект, два характеристических размера которого находятся в нанодиапазоне ($\sim 1-100$ нм) и существенно меньше третьего размера.

Нанодисперсия – это жидкость, содержащая частицы и агломераты частиц с характерным размером до 100 нм. Такие жидкости представляют собой коллоидные растворы наночастиц в жидком растворителе. Вследствие малых размеров включений такие системы обладают особыми физико-химическими свойствами.

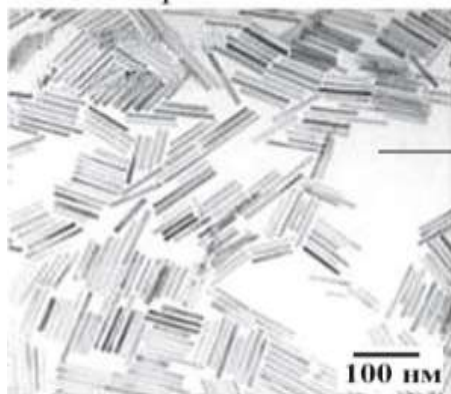
➤ Нанокапсулы

Наночастицы, состоящие из полимерных, липидных или других оболочек, окружающих их внутреннюю полость или содержащее.

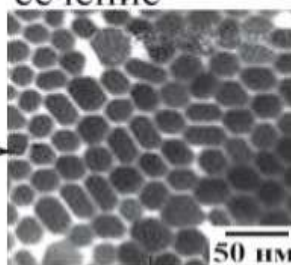


Нанокристалл – кристалл, размеры которого по одному или нескольким измерениям лежат в нанодиапазоне.

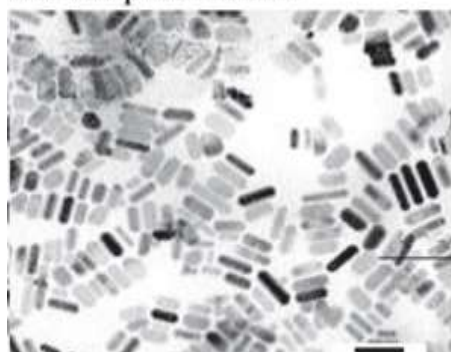
Гексагональные наностержни



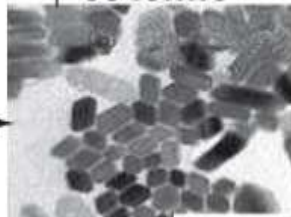
поперечное сечение



Ромбоэдрические нанокристаллы



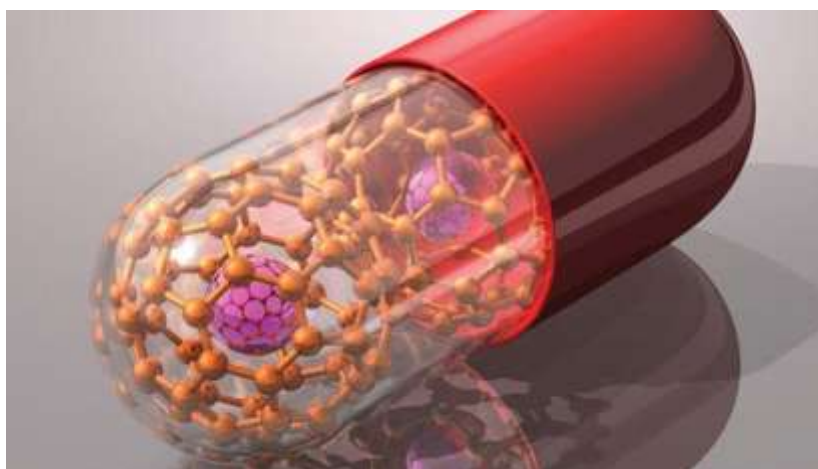
↑ поперечное сечение



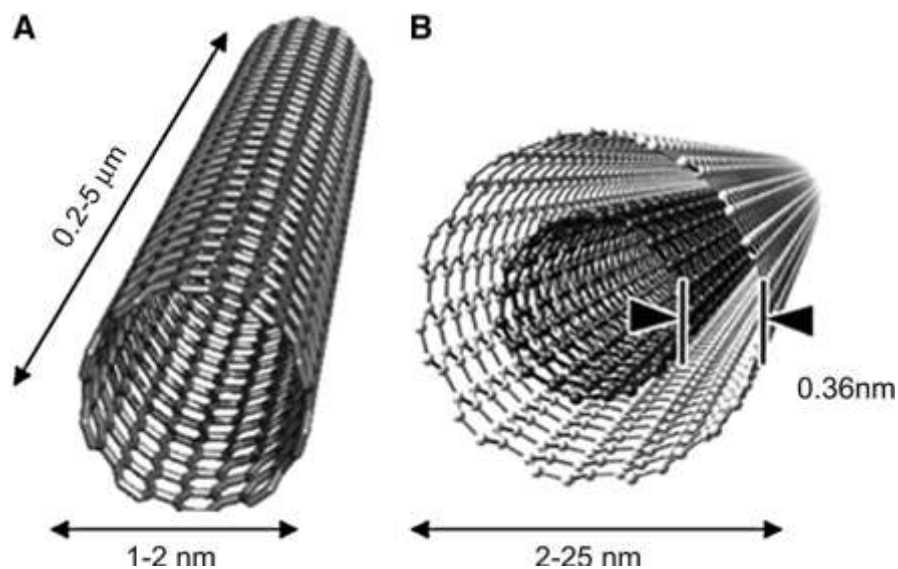
Наноматериалы – материалы, созданные с использованием наночастиц и/или посредством нанотехнологий, обладающие какими-либо уникальными свойствами, обусловленными присутствием этих частиц в материале.



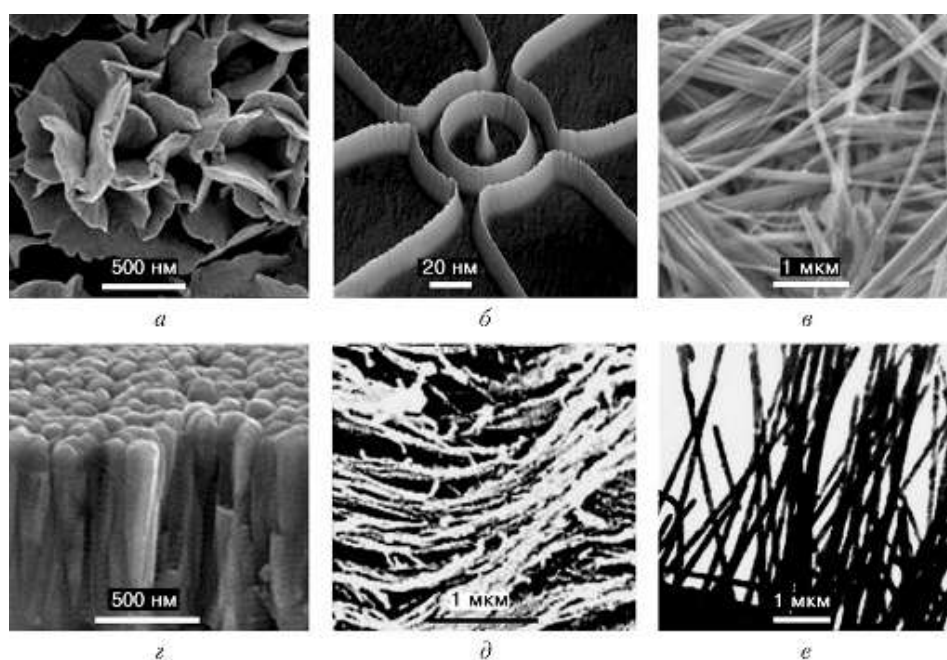
Наномедицина – является одним из активно развивающихся научных направлений медицинской науки и подразумевает: слежение, исправление, генетическую коррекцию и контроль биологических систем организма человека, на молекулярном уровне, используя наноустройства, наноструктуры и информационные технологии.



Нанометрология (англ. nanometrology) –раздел метрологии, включающий разработку теории, методов и инструментов для измерения параметров объектов, линейные размеры которых находятся в нанодиапазоне, то есть от 1 до 100 нанометров.



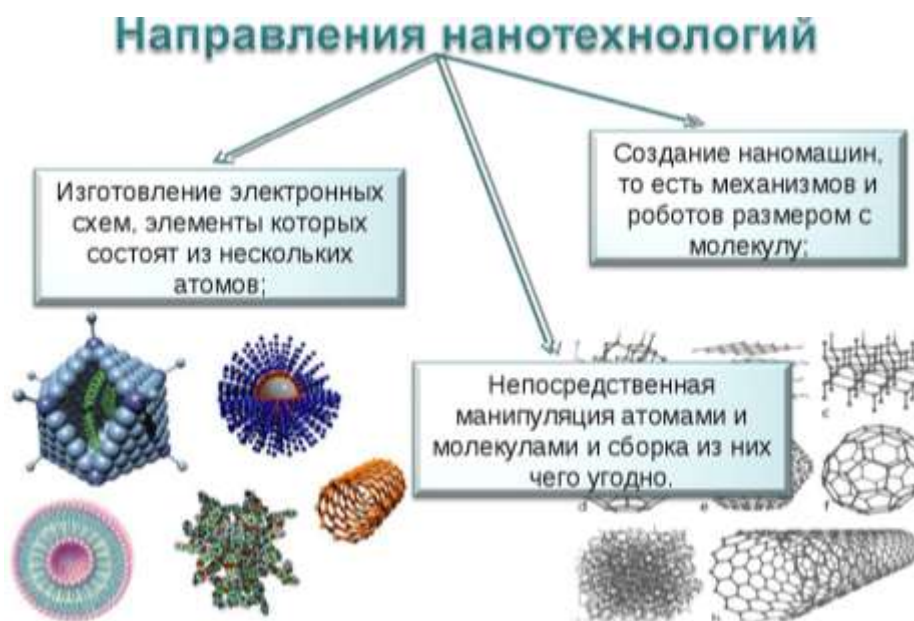
Наноструктура (англ. nanostructure) – совокупность наноразмерных объектов искусственного или естественного происхождения, свойства которой определяются не только размером структурных элементов, но и их взаимным расположением в пространстве.



Наноструктурные пленки и покрытия – структуры, состоящие из кристаллитов и кластеров с характерным размером от 1 нм до нескольких десятков нм. Обладают уникальными свойствами и многофункциональностью, что проявляется в высоких значениях твердости ($H > 30$ ГПа), величины упругого восстановления ($>70\%$), прочности, термической стабильности, жаростойкости и коррозионной стойкости.

Нанотрубка – топологическая форма наночастиц в виде полого стержня. Впервые возможность образования наночастиц в виде трубок была обнаружена для углерода. В настоящее время подобные структуры получены из нитрида бора, карбида кремния, оксидов переходных металлов и некоторых других соединений. Диаметр нано-трубок варьируется от одного до нескольких десятков нанометров, а длина достигает нескольких микрон

Нанотехнологии – это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.



Нанопотоника – раздел фотоники, изучающий физические процессы, возникающие при взаимодействии фотонов с нанометровыми объектами.

Наночастица (англ. nanoparticle) – изолированный твердофазный объект, имеющий отчётливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трёх измерениях составляют от 1 до 100 нм.

Наноэлектроника – область электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем с характерными топологическими размерами элементов менее 100 нанометров.

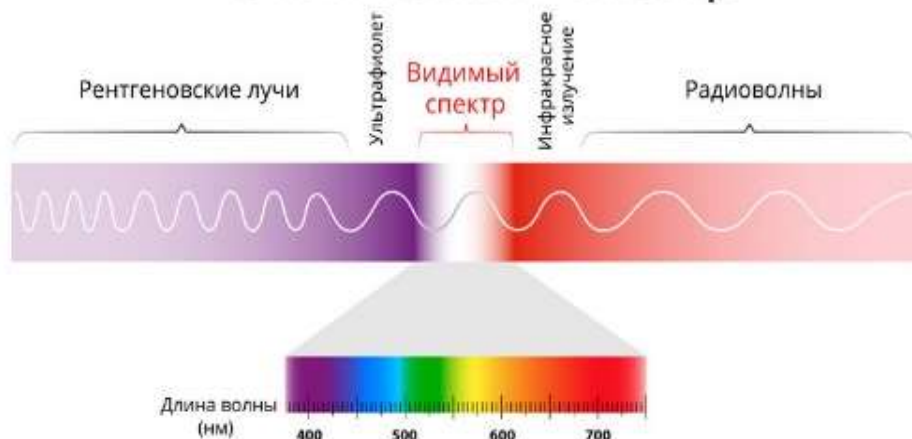
Нуклеиновая кислота – высокомолекулярное органическое соединение, биополимер (полинуклеотид), образованный остатками нуклеотидов.

Нуклеотиды – группа органических соединений, представляют собой фосфорные эфиры нуклеозидов. Свободные нуклеотиды, в частности АТФ, цАМФ, АДФ, играют важную роль в энергетических и информационных внутриклеточных процессах, а также являются составляющими частями нуклеиновых кислот и многих коферментов.

Оперативная память – энергозависимая часть системы компьютерной памяти, в которой во время работы компьютера хранится выполняемый машинный код (программы), а также входные, выходные и промежуточные данные, обрабатываемые процессором.

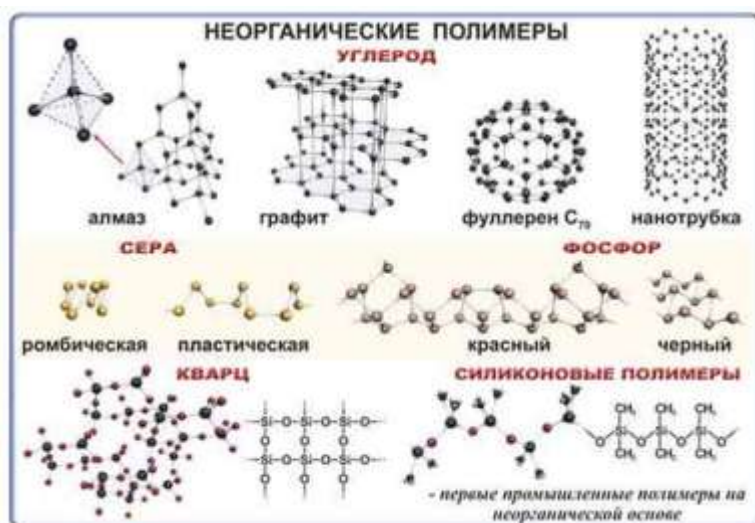
Оптический диапазон излучения – электромагнитное излучение с длиной волны от 100 до 10000 нм

Оптический спектр



Оптоэлектронные преобразователи (ОЭП) – это универсальных элементы, способные осуществлять преобразование различных физических величин, в которых измеряемая величина $x_1 \dots x_n$ воздействует на оптический канал, изменяя параметр излучаемого потока при его распространении от источника к приемнику.

Полимеры – вещества, состоящие из «мономерных звеньев», соединённых в длинные макромолекулы химическими или координационными связями. Полимерами могут быть неорганические и органические, аморфные и кристаллические вещества. Количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико (в ином случае соединение будет называться олигомером).



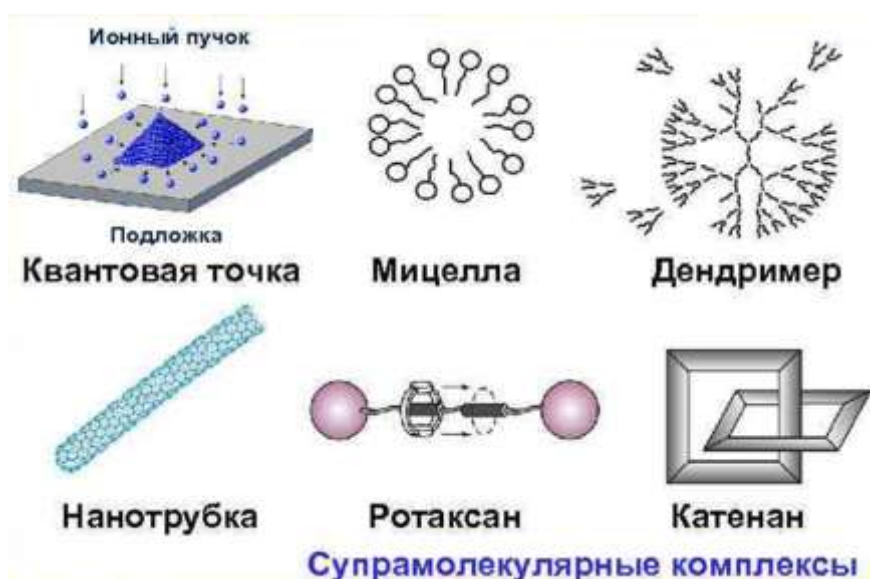
Полупроводниковый лазер – лазер на основе полупроводникового кристалла. В отличие от лазеров других типов, в полупроводниковом лазере используются излучательные квантовые переходы между разрешёнными энергетическими зонами, а не дискретными уровнями энергии. В полупроводниковой активной среде может достигаться очень большой показатель оптического усиления (до 10^4 см^{-1}), благодаря чему размеры активного элемента полупроводникового лазера исключительно малы (длина резонатора 50 мкм - 1 мм). Важнейшими преимуществами полупроводникового лазера являются высокий КПД, миниатюрные размеры, малая инерционность, простота конструкции и малое энергопотребление.

Регенерация (восстановление) – способность живых организмов со временем восстанавливать повреждённые ткани, а иногда и целые потерянные органы.

Рецептор – объединение из терминалей (нервных окончаний) дендритов чувствительных нейронов, глии, специализированных образований межклеточного вещества и специализированных клеток других тканей, которые в комплексе обеспечивают превращение стимулов внешней или внутренней среды (раздражителей) в нервный импульс.

Самосборка – процесс образования упорядоченной надмолекулярной структуры или среды, в котором в практически неизменном виде принимают участие только компоненты (элементы) исходной структуры, аддитивно составляющие или собирающие, как части целого, результирующую сложную структуру; относится к типичным методам получения наноструктур (наноматериалов). Основная задача, которая стоит при организации процесса самосборки, – это необходимость таким образом повлиять на параметры системы и так задать свойства отдельных частиц, чтобы они организовывались с образованием желаемой структуры. Самосборка, в частности, находится в основе многих процессов супрамолекулярной химии, где «инструкции», как

собирают большие объекты, «закодированы» в структурных особенностях отдельных молекул. Возможно, следует отличать самосборку от самоорганизации, которая может быть использована как механизм создания сложных «шаблонов», процессов и структур на более высоком иерархическом уровне организации, чем тот, что наблюдался в исходной системе, за счет многочисленных и многовариантных взаимодействий компонент на низких уровнях, на которых существуют свои, локальные, законы взаимодействия, отличные от коллективных законов поведения самойупорядочивающейся системы.



Силикаты (от лат. *silex* камень) – класс наиболее распространённых минералов; природные химические соединения с комплексным кремнекислородным радикалом.

Синтез – процесс соединения или объединения ранее разрозненных вещей или понятий в единое целое.

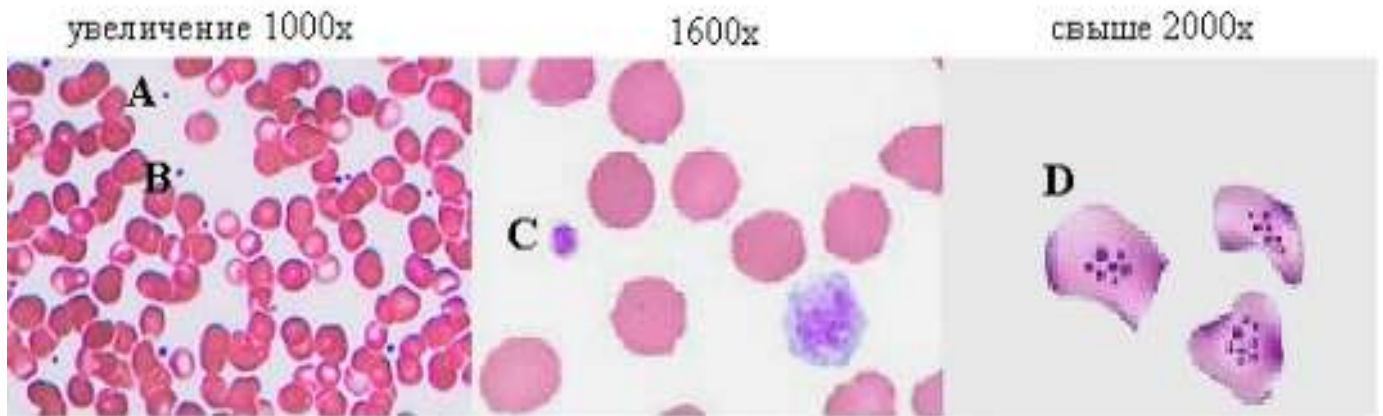
Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) представляет собой совокупность большого числа экспериментальных методов по изучению структуры и свойств поверхности, как на микроуровне, так и на уровне отдельных молекул и атомов. Сканирующий зондовый микроскоп измеряет параметры поверхности в небольшой локальной зоне нанометровых размеров

вблизи острия зонда. Постепенно перемещая зонд вдоль исследуемой поверхности удастся получить представление о свойствах области, размер которой может быть от сотни нанометров до десятков и сотен микрон.

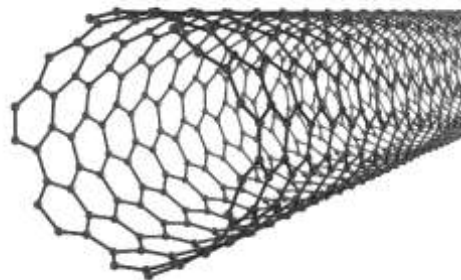
Создание СЗМ связано с изобретением сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) сотрудниками исследовательского отдела фирмы IBM (Цюрихская научная лаборатория, Рюмликон, Швейцария) Гердом Биннигом и Гейни Рорером в 1981 г. За это достижение в 1986 г. им была присуждена Нобелевская премия по физике. Следующим шагом в развитии СЗМ стало изобретение атомно-силового микроскопа (АСМ), который за счёт регистрации сил межатомного взаимодействия зонда и образца позволил расширить область применения на непроводящие материалы, и впоследствии стал эффективным инструментом измерения сил электромагнитного взаимодействия. Другим направлением в СЗМ стала сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ), основанная на сканировании образца, помещенного в так называемое «ближнее поле», световой волной, проходящей через отверстие с размером меньше длины волны. При этом удаётся достичь разрешения, значительно превышающего разрешение обычного оптического микроскопа. За относительно короткое время семейство методик СЗМ нашло широкое применение в различных областях науки, став одним из самых распространённых для исследования физики поверхности.

Транзистор – радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, способный от небольшого входного сигнала управлять значительным током в выходной цепи, что позволяет использовать его для усиления, генерирования, коммутации и преобразования электрических сигналов.

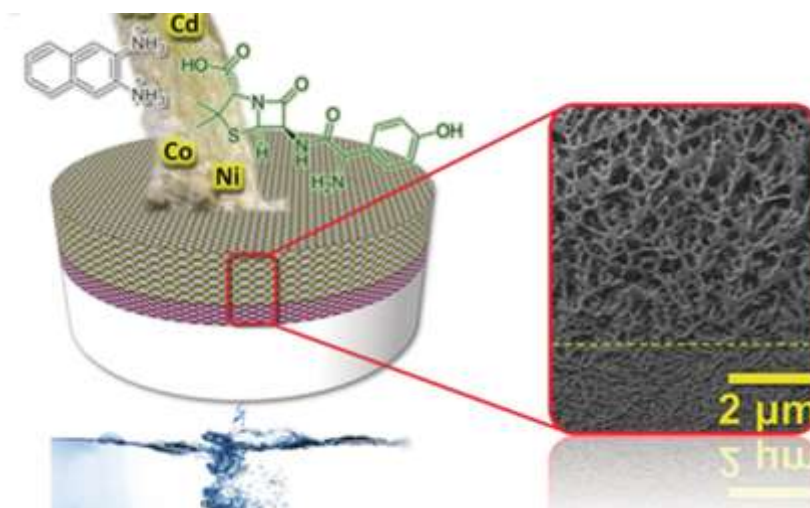
Тромбоциты – клетка (устаревшее название – кровяные пластинки) – небольшие (2-3 мкм) безъядерные плоские бесцветные форменные элементы крови, образующиеся из мегакариоцитов.



Углеродные нанотрубки – новый углеродный материал, представляющий собой цилиндрические структуры с диаметром порядка нескольких нанометров, состоящие из свернутых в трубку графитовых плоскостей. Графитовая плоскость представляет собой непрерывную гексагональную сетку с атомами углерода в вершинах шестиугольников.



Фильтр – понятия, устройства, механизмы, выделяющие (или удаляющие) из исходного объекта некоторую часть с заданными свойствами.



Фуллерены

Фуллерены, бакиболы или букиболы — молекулярные соединения, принадлежащие классу аллотропных форм углерода и представляющие собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.

Области применения:

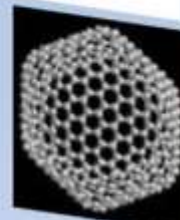
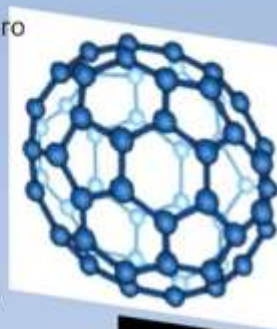
- Аккумуляторы и электрические батареи
- Добавки для получения искусственных алмазов методом высокого давления (выход алмазов увеличивается на $\approx 30\%$)
- Создание новых лекарств
- Огнезащитные краски
- Изготовление солнечных элементов

Химические свойства фуллеренов:

- К каждой такой молекуле можно привить другие атомы и молекулы.
- Можно поместить чужеродный атом в центральную полость такой молекулы как в суперпрочный контейнер.
- Раскрыв внутренние связи (высоким давлением, интенсивным освещением и т.п.), можно соединить две фуллереновые молекулы в димер.



водный раствор
 $C_{60}H_{12}F_n$



Флуктуация — (от лат. fluctuatio — колебание) — циклическое колебание, нестабильность; отклонение от состояния равновесия, от нормы, любое случайное отклонение какой-либо величины. В квантовой механике — отклонение от среднего значения случайной величины, характеризующей систему из большого числа хаотично взаимодействующих частиц; такие отклонения вызываются тепловым движением частиц или квантовомеханическими эффектами.

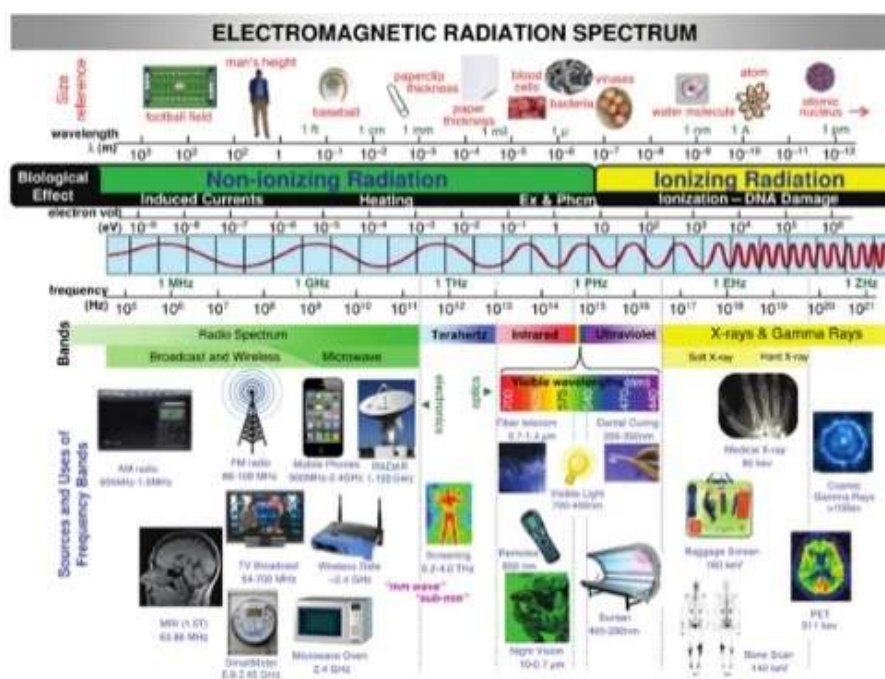
Цеолиты — большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности.

Число степеней свободы — минимальное количество независимых переменных (обобщённых координат), необходимых для полного описания

движения механической системы. Каждая из выборочных статистик, в отличие от нормального распределения, зависит от числа степеней свободы.

Экстраполяция, экстраполирование (от лат. *extrā* – вне, снаружи, за, кроме и лат. *polire* – приглаживаю, выправляю, изменяю, меняю) – особый тип аппроксимации, при котором функция приближенно определяется вне определенного интервала.

Электромагнитное излучение – радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма-излучение (γ).

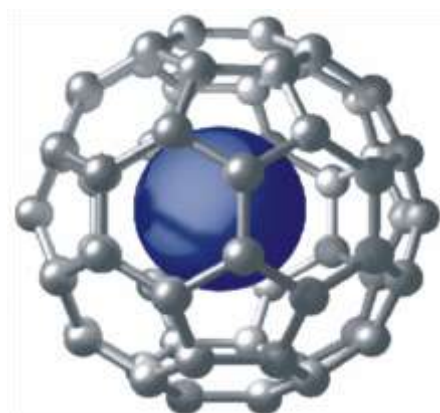
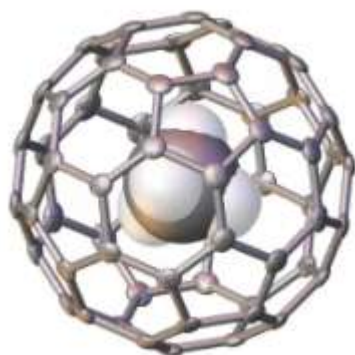


Электропроводность – способность тела (среды) проводить электрический ток, свойство тела или среды, определяющее возникновение в них электрического тока под воздействием электрического поля. Также физическая величина, характеризующая эту способность и обратная электрическому сопротивлению.

Эмпирические формулы – это формулы, которые используются для аналитического представления опытных данных.

Эмульсия (новолат. *emulsio*, от лат. *emulgeo* – дою, выдаиваю) дисперсная система с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой. Эмульсии являются обычно грубодисперсными системами, у которых капельки дисперсной фазы имеют размеры от 1 до 50 мкм. Эмульсии состоят из несмешиваемых жидкостей, причем если одна из жидкостей является полярной (например, вода), то вторая – неполярная или малополярная (например, органическая жидкость). Например, молоко – одна из первых изученных эмульсий, в нём капельки жира распределены в водной среде. Эмульсии низкой концентрации – неструктурированные жидкости. Высококонцентрированные эмульсии – структурированные системы.

Эндоэдральные фуллерены – молекулы фуллеренов, в клетку которых заключены один или несколько атомов или молекул. Такие соединения обозначаются формулой $M_m@C_n$, где M – инкапсулированный атом или молекула.



Энтропия – это мера беспорядка (неупорядоченности) в некоторой системе.

Эритроциты – клетки крови позвоночных животных (включая человека) и гемолимфы некоторых беспозвоночных. Они насыщаются кислородом в лёгких или в жабрах и затем разносят его (кислород) по телу животного.



Эталон – средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы физической величины для передачи её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, выполненное по особой спецификации и официально утверждённое в качестве эталона.

Список использованных источников

1. Нанотехнологии. Ударный вводный курс [Текст] : учебное пособие / Р. Х. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; пер. с англ.: Е. Г. Заблоцкой, А. В. Заблоцкого. – 2-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2017. – 208 с. : ил. – Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-91559-238-3.

2. Большая Российская энциклопедия. – М. : Научное издательство, «Большая Российская энциклопедия», 2005. Зефилов, Н. С. Химическая энциклопедия / Н. С. Зефилов. – М. : Большая Российская энциклопедия. – 1995. – Т. 4. – 639 с. Никитин В.С. Технологии будущего / В.С. Никитин. Москва : РИЦ «Техносфера», 2010. – 264. – ISBN 978-5-94836-256-4

3. Политика и позиции России в нанотехнологиях: среднесрочный взгляд / Александр Терехов // Экономические стратегии, 2017. – № 7. – С. 132-140. – Библиогр.: с. 140 .

4. Экология наноматериалов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 152200 "Наноинженерия" / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова; под ред. Л.

Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 272 с. : ил. – (Нанотехнологии). – Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-9963-0523-1

5. Каньгина, О. Н. Физические методы исследования : учеб. пособие / О. Н. Каньгина, А. Г. Четверикова, В. Л. Бердинский. – Оренбург. : ОГУ, 2015. – 142 с. – ISBN 978-5-7410-1222-2.

6. Химия: справочные материалы: книга для учащихся / Ю. Д. Третьяков, Н. Н. Олейников, Я. А. Кеспер, И. В. Казимирчик. – М. : Просвещение, 1989. – 224 с. – ISBN: 5-09-002946-6.

7. Брокгауз, Ф. А. Энциклопедический словарь / Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон. – М. : Издательство «Русское слово», 1996. – 5547 с.

8. Химическая технология. Керамические и стеклокристаллические материалы для медицины : Учебное пособие для магистратуры / В.И. Верещагин и [др.]. – М.: Изд-во Юрайт, 2016. –147 С. – Серия: Университеты России.

9. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. -2-е изд. испр. – М.: Физматлит, 2009. – 435 с.

10. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. – М.: Наука, 2006. – 400 с. – ISBN 5-211-06045-8.