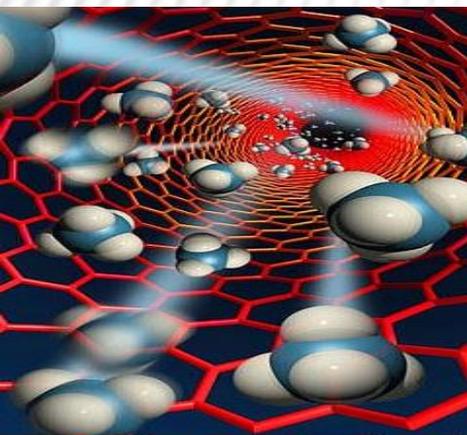
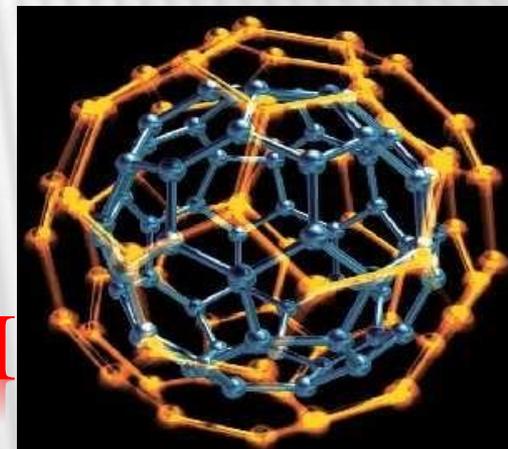




ФГБОУ ВПО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ



НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
150100 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ»

ВЫПУСКАЮЩАЯ КАФЕДРА:
КАФЕДРА ФИЗИКИ
([HTTP://WWW.SIBSIU.RU/KF](http://www.sibsiu.ru/kf))



Заведующий кафедрой
Заслуженный деятель науки РФ,
Почетный работник высшего
профессионального образования,
доктор физико – математических наук,
профессор
Громов Виктор Евгеньевич

СОЗДАНА НАУЧНАЯ ШКОЛА

«ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ

МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ»

(руководитель д.ф.-м.н.,

профессор Громов В. Е.)

НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ РАБОТАЮТ
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫЕ
СПЕЦИАЛИСТЫ,
ИМЕЮЩИЕ УЧЕНЫЕ СТЕПЕНИ И
ЗВАНИЯ



Громов Виктор Евгеньевич,

доктор физико – математических наук, профессор,

Заслуженный деятель науки РФ,

Лауреат премии правительства РФ в области науки и техники.

Специалист в области физики прочности и пластичности материалов, формирования наноструктур в условиях различных видов воздействий



Будовских Евгений Александрович,

доктор технических наук, профессор,

Почетный работник высшего профессионального образования,

специалист в области электровзрывного легирования металлов и сплавов



Коваленко Виктор Викторович,

доктор физико – математических наук, доцент,

Почетный работник сферы молодежной политики,

Лауреат премии Губернатора Кемеровской области

«Молодость Кузбасса»,

специалист в области формирования градиентных структурно – фазовых состояний в сталях



Коновалов Сергей Валерьевич,
доктор технических наук, доцент,
Лауреат Премии Губернатора Кемеровской области
«Молодость Кузбасса»,
специалист в области физики прочности и пластичности
материалов в условиях внешних энергетических
воздействий



Мартусевич Елена Владимировна,
кандидат технических наук, доцент,
специалист в области электровзрывного
легирования металлов



Ионина Анна Валерьевна,
кандидат технических наук, доцент,
специалист в области электровзрывного
легирования металлов



Дорошенко Надежда Кузьминична,
кандидат физико – математических наук, доцент,
Почетный работник высшего профессионального образования,
специалист в области влияния электрического поля
на сопротивление малоугловых границ зерен



Ерилова Татьяна Васильевна,
кандидат технических наук, доцент,
специалист в области влияния электрического поля на
свойства и структуру сталей



Демина Галина Сергеевна,
кандидат технических наук, доцент,
Почетный работник высшего профессионального образования,
специалист в области взаимодействия
волн напряжений с границами зерен в металла



Загуляев Дмитрий Валерьевич,
кандидат технических наук, доцент,
специалист в области влияния слабых
магнитных полей на свойства материалов



Романов Денис Анатольевич,
кандидат технических наук,
специалист в области обработки
поверхности материалов
концентрированными потоками энергии



Ващук Екатерина Степановна,
кандидат технических наук,
специалист в области обработки
поверхности материалов
концентрированными потоками энергии



Невский Сергей Андреевич,
кандидат технических наук,
специалист в области влияния слабых
электрических полей на свойства металлов
и сплавов



Петрунин Владимир Александрович,
кандидат физико – математических наук,
доцент,
специалист в области моделей синергетики
структурных изменений твердого тела в условиях
внешних энергетических воздействий



Рыбьянец Валерий Александрович,
кандидат физико – математических наук,
доцент,
Заведующий кафедрой высшей математики,
Декан естественнонаучного факультета



Масловская Зоя Андреевна,
кандидат технических наук,
доцент



Бокова Татьяна Григорьевна,
старший лаборант



Логунова Людмила Михайловна,
старший преподаватель



Олесюк Ольга Васильевна,
доцент



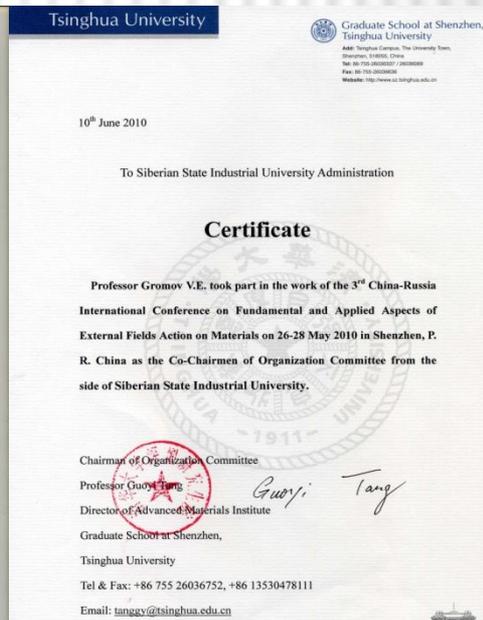
Коробов Юрий Михайлович,
доцент

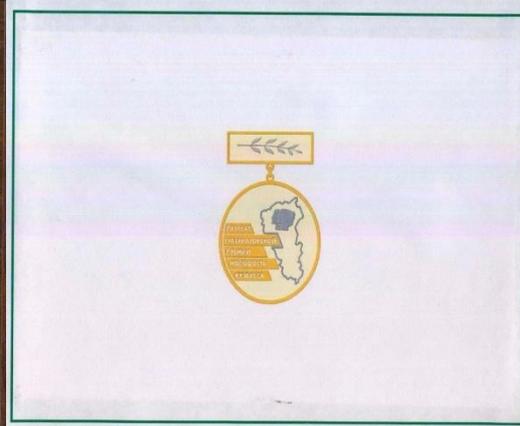


Дроздова Светлана
Владимировна,
старший лаборант

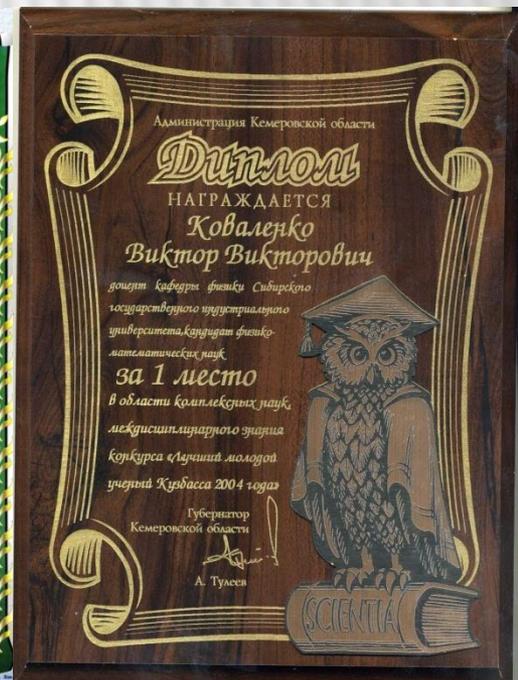


НАГРАДЫ И ДОСТИЖЕНИЯ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ





НАГРАДЫ И ДОСТИЖЕНИЯ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ



ПОСТАНОВЛЕНИЕМ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

от 2 марта 2005 года

ПРИСУЖДЕНА

**ПРЕМИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ**

ГРОМОВУ
Виктору Евгеньевичу –

за создание и внедрение новой бескислотной технологии производства
холоднотянутого проката

Председатель Правительства Российской Федерации



М.Е. Фрадков
М.Е. Фрадков

№ 6029

МОСКВА

НАГРАДЫ И ДОСТИЖЕНИЯ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ

International Soros Science
Education Program

DDF Foundation

In recognition and appreciation of outstanding achievements in the study of science
at the graduate level

Konovarov Sergei

is selected and named as a

SOROS GRADUATE STUDENT

George Soros
George Soros
Chairman, Soros Foundations



Благодарственное
письмо

АДМИНИСТРАЦИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
КОНОВАЛОВУ Сергею Валерьевичу
ассистенту кафедры физики Сибирского
государственного индустриального университета
за научное руководство командой, занявшей III место
в областной студенческой олимпиаде
2001 года по физике

С благодарностью,
Губернатор области...

А.М. Тулеев

Благодарственное
письмо

АДМИНИСТРАЦИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
КОНОВАЛОВУ Сергею Валерьевичу
ассистенту Сибирского государственного
индустриального университета
за научное руководство командой, занявшей 2-е
место в областной студенческой олимпиаде по
физике

С благодарностью,
Губернатор области...

июнь, 2000г.

А.М. Тулеев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
КАФЕДРЫ ФИЗИКИ
С ВЕДУЩИМИ РОССИЙСКИМИ И
ЗАРУБЕЖНЫМИ НАУЧНЫМИ ШКОЛАМИ



Панин Виктор Евгеньевич,

Академик РАН,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Заведующий лабораторией физической мезомеханики и
неразрушающих методов контроля



Зуев Лев Борисович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Заведующий лабораторией физики прочности



Данилов Владимир Иванович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности



Кульков Сергей Николаевич,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Заведующий лабораторией керамических композиционных
материалов



Панин Сергей Викторович,

Доктор технических наук, доцент,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Заведующий лабораторией полимерных композиционных
материалов



Прибытков Геннадий Андреевич,

Доктор технических наук, доцент,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск);

Заведующий лабораторией физикохимии порошковых
материалов



Псахье Сергей Григорьевич,
Член – корреспондент РАН,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Директор Института физики прочности и материаловедения СО
РАН (г. Томск),
Заведующий лабораторией компьютерного конструирования
материалов



Сергеев Виктор Петрович,

Доктор технических наук,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск),
Заведующий лабораторией материаловедения покрытий и
нанотехнологий



Шаркеев Юрий Петрович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск),
Заведующий лабораторией физики наноструктурных
биокомпозитов



Лотков Александр Иванович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск),
Заведующий лабораторией материаловедения сплавов с
памятью формы



Баранникова Светлана Александровна,

Доктор физико – математических наук, доцент,
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
(г. Томск),
Ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности



Иванов Юрий Федорович,

Доктор физико – математических наук, доцент,
Институт сильноточной электроники СО РАН
(г. Томск),
Старший научный сотрудник лаборатории плазменной
эмиссионной электроники,
Профессор кафедры наноматериалов и нанотехнологий
Томского политехнического университета



Козлов Эдуард Викторович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Заведующий кафедрой физики Томского архитектурно –
строительного университета,
Действительный член Санкт – Петербургской академии
наук по проблемам прочности,
специалист в области физики фазовых переходов,
пластичности и прочности металлов и сплавов



Конева Нина Александровна,

Заслуженный деятель науки РФ,
Почетный работник высшего профессионального
образования,
Доктор физико – математических наук, профессор,
профессор кафедры физики Томского архитектурно –
строительного университета,
специалист в области эволюции дислокационной
структуры металлов и сплавов



Потекаев Александр Иванович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Директор Сибирского физико – технического института
Томского государственного университета



Старостенков Михаил Дмитриевич,

Заслуженный деятель науки РФ,
Доктор физико – математических наук, профессор,
Заведующий кафедрой физики,
Алтайский государственный технический университет



Капуткина Людмила Михайловна,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Профессор кафедры пластической деформации сталей и
сплавов,
Московский институт стали и сплавов



Глезер Александр Маркович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Директор Института металловедения и физики металлов
им. Г. В. Курдюмова, Москва,
Заведующий кафедрой наноматериалов и
нанотехнологий,
Московский государственный университет
приборостроения и информатики



Троицкий Олег Александрович,

Доктор технических наук, профессор,
Генеральный директор Института машиноведения РАН,
г. Москва



Бетехтин Владимир Иванович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Главный научный сотрудник Физико – технического
института им. А. Ф. Иоффе РАН,
г. Санкт - Петербург



Викарчук Анатолий Алексеевич,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Кафедра «Наноматериалы, материаловедение и
механика»,
Тольяттинский государственный университет,
г. Тольятти



Федоров Виктор Александрович,

Заслуженный деятель науки РФ,
Доктор физико – математических наук, профессор,
Заведующий кафедрой физики,
Тамбовский государственный университет,
г. Тамбов



Головин Юрий Иванович,

Доктор физико – математических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ,
Директор учебно – научного инновационного центра
«Нанотехнологии и наноматериалы»,
Тамбовский государственный университет,
г. Тамбов



Юрьев Алексей Борисович,

Доктор технических наук, профессор,
Лауреат премии правительства РФ в области науки и
техники.

Профессор кафедры обработки металлов давлением и
металловедения СибГИУ.

Управляющий директор ЕВРАЗ ЗСМК



Ефимов Олег Юрьевич,

Доктор технических наук,
Лауреат премии правительства РФ в области науки и
техники.

Начальник производственного управления ЕВРАЗ ЗСМК



Чинокалов Валерий Яковлевич,

Кандидат технических наук,
Лауреат премии правительства РФ в области науки и
техники.

Начальник лаборатории металловедения ЕВРАЗ ЗСМК



Дорофеев Владимир Викторович,
Доктор технических наук,
Главный калибровщик ЕВРАЗ ЗСМК

Кузнецов Владимир Александрович,
Кандидат технических наук,
Заместитель главного энергетика – главный электрик
ЕВРАЗ ЗСМК

Лебошкин Борис Михайлович,
Кандидат технических наук,
Лауреат премии правительства РФ в области науки и
техники.
Начальник сталепрокатного производства ЕВРАЗ ЗСМК

XXI ВЕК – ВЕК НАНОНАУКИ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

**РАЗМЕРЫ – «НАНО»,
ВОЗМОЖНОСТИ – «ГИГА» !**

**«Нанотехнологии произведут
такую же революцию в
манипулировании материей,
какую произвели компьютеры в
манипулировании информацией»**

Ralph Merkle (“Xerox”, Palo Alto)



АРТУР КЛАРК

(англ. писатель – фантаст, футуролог, ученый, изобретатель, создатель культового научно-фантастического фильма «Космическая одиссея 2001» (1968 г.):

«2040 год – будет усовершенствован «Универсальный репликатор», основанный на НАНОТЕХНОЛОГИЯХ: может быть создан объект любой сложности при наличии сырья и информационной матрицы.

Бриллианты и деликатесная еда могут быть сделаны в буквальном смысле из грязи.

В результате за ненадобностью исчезнут промышленность и сельское хозяйство, в вместе с ними и недавнее изобретение человеческой цивилизации – работа.

После чего последует взрывное развитие искусств, развлечений, образования»



Станислав Лем
(польский писатель – фантаст, футуролог)
1921 – 2006 г.г.

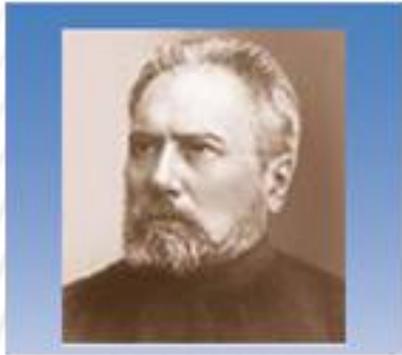
«Мир задыхается от благоденствия. В каждом доме стоит комбайн, который превращает любой подручный материал: грязь, мусор в еду, драгоценности или даже произведения искусства. Проблемы здоровья не существует: внутри человека работают микроскопические роботы-врачи, исцеляющие на атомарном уровне. Преступности нет: микророботы-полицейские следят за разрухой в умах: они там работают. Нарушить закон теперь не может прийти в голову. Массовое потребление обслуживает новое поколение копируемых аппаратов. Дома, автомобили, мебель просто копируются. Расходный материал — картриджи с необходимыми атомами».

**«Это благоденствие наступит уже
через 500 лет».**



**Жорес Иванович Алферов
Советский и российский физик,
Лауреат Нобелевской премии мира по физике
2000 г.**

«Уважаемые господа! Практически всё, что необходимо современному человеку для жизни и деятельности может быть изготовлено из атомов и молекул, всё от продуктов питания до ядерных электростанций дадут нам молекулярные нанороботы. Из грязи, оставшейся на коврике, после того как вы вытерли ноги».



**Николай Лесков,
русский и советский писатель,
1882 – 1938 г.г.,
Автор произведения «Левша»**

*«Если бы, — говорит, — был лучше мелкоскоп,
который в пять миллионов увеличивает, так вы изволили бы, — говорит, —
увидать, что на каждой подковинке мастерово имя выставлено: какой
русский
мастер ту подковку делал».*

Нанотехнологии и физика

1. В **1959 г.** Нобелевский лауреат по физике **Ричард Фейнман** прочитал лекцию с аллегорическим названием **“Внизу полным-полно места”** (There is plenty of rooms at the bottom. In minituarization). Р.Фейнман рассказал аудитории о фантастических перспективах, которые сулит изготовления материалов и устройств на атомном и молекулярном уровнях.
2. Многие свойства твердых тел (температура плавления, электропроводность, область прозрачности, магнетизм и др.) при уменьшении кристалла до размеров **10-20 нм и меньше** начинают зависеть от размера частицы. Таким образом, появляется возможность создавать новые материалы не путем изменения химического состава компонентов, а в результате регулирования размеров и формы частиц, составляющих систем¹⁴

Немного истории...

Реально работы в области **нанотехнологий** начались с 80-х годов XX века. Наиболее выдающиеся достижения в этой области отмечены Нобелевскими премиями по физике:

1985 г. – за открытие квантового эффекта Холла;

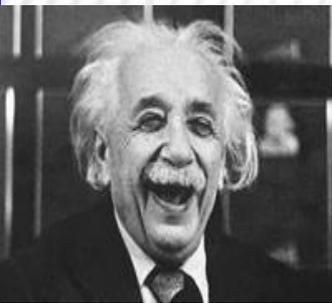
1986 г. – за создание методов электронной и туннельной микроскопии высокого разрешения;

1998 г. – за открытие дробного квантового эффекта Холла;

2000 г. – за создание полупроводниковых гетероструктур и разработку полупроводниковых интегральных схем.

исторические вехи становления нанотехнологий

V век до н.э., Греческий философ Демокрит (отец нанотехнологий): впервые использовал слово «атом» для описания самой малой частицы вещества



1905 г., швейцарский физик Альберт Эйнштейн: опубликовал научную работу, в которой показал, что молекула сахара имеет размер порядка 1 нм

1931 г., немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска: создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты



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



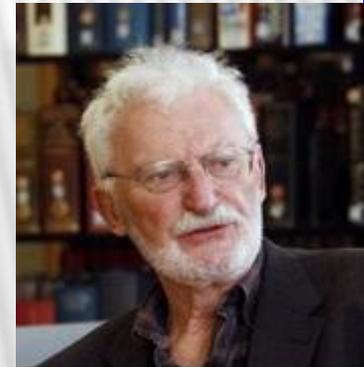
исторические вехи становления нанотехнологий

1974 г., японский физик Норио Танигучи: ввел в научный оборот слово «нанотехнологии», которым предложил называть механизмы размером менее одного 1 мкм

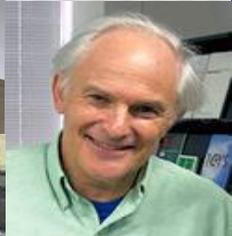


1981 г., швейцарские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер: сканирующий туннельный микроскоп прибор, позволяющий осуществлять воздействие на вещество на атомарном уровне.

Нобелевская премия мира по физике за создание туннельного микроскоп (1986 г.)



1985 год., американские физики Роберт Керл, Хэррольд Крото, Ричард Смэйли: создали технологию, позволяющую точно измерять предметы диаметром в один нанометр



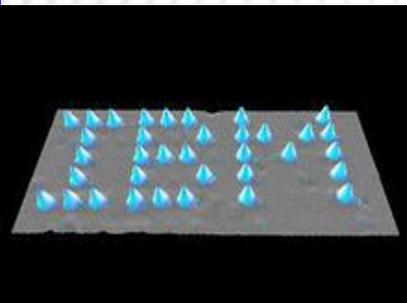
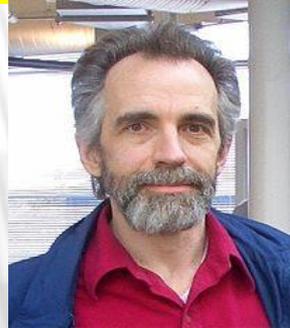
1986 г., американские физики Герд Биннинг, Кельвин Куэйт и Кристофер Гербер : создан сканирующий атомно - силовой микроскоп, позволяющий осуществлять взаимодействие с любыми материалами, а не только с проводящими



исторические вехи становления нанотехнологий

1986 г., американский футуролог Эрик Дрекслер: опубликовал книгу, в которой предсказывал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться.

Нанотехнология стала известна широкой публике



1989 г., Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы 35 – ю атомами ксенона



1993 г., в США начали присуждать **Фейнмановскую премию**, которая названа в честь физика Ричарда Фейнмана, который в 1959 году произнес пророческую речь о том в лекции **«Там, внизу, ещё много места»** ("There is plenty of space on the bottom"), что многие научные проблемы будут решены лишь тогда, когда ученые научатся работать на атомарном уровне.

В 1965 году Фейнману была присуждена **Нобелевская премия по физике** «За исследования в сфере квантовой электродинамики» (ныне это одна из областей нанонауки)



исторические вехи становления нанотехнологий

1998 г., голландский физик Сеез Деккер: создал нанотранзистор на основе нанотехнологий



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

2000 г., Администрация США поддержала создание Национальной инициативы в области нанотехнологии (National Nanotechnology Initiative). Нанотехнологические исследования получили государственное финансирование, первый транш которого составил \$ 500 млн.

В 2002 г. сумма ассигнований была увеличена до \$ 604 млн.

В 2003 г. “Инициатива” запросила \$ 710 млн.

В 2004 г. правительство США приняло решение увеличить финансирование научных исследований до \$ 3,7 млрд.

В целом, мировые инвестиции в нано в 2004 году составили около \$ 12 млрд.

исторические вехи становления нанотехнологий

2001 г., Марк Ратнер, автор книги

«Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи»

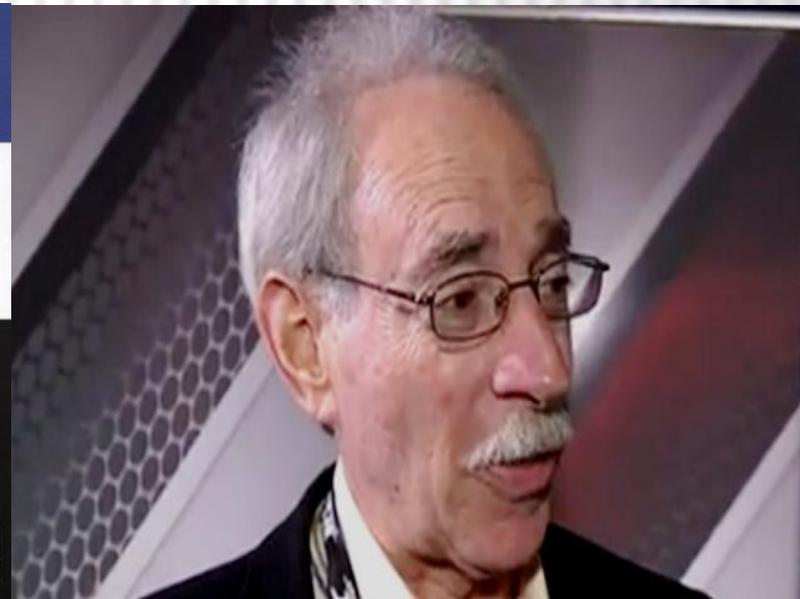
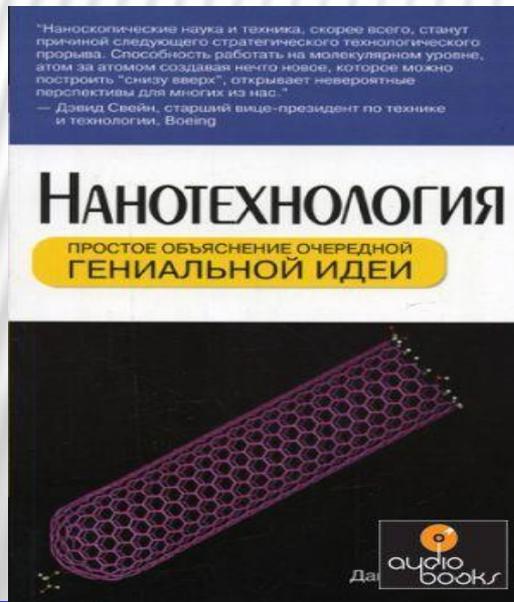
считает, что нанотехнологии стали частью жизни человечества именно в 2001 году.

Тогда произошли два знаковых события:

**влиятельный научный журнал Science назвал нанотехнологии —
«прорывом года»,**

а влиятельный бизнес-журнал Forbes — «новой многообещающей идеей».

**Ныне по отношению к нанотехнологиям периодически употребляют
выражение «новая промышленная революция».**



КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ ?

«Любой ученый мечтает получить Нобелевскую премию – ведь получая ее, он являет миру торжество разума»



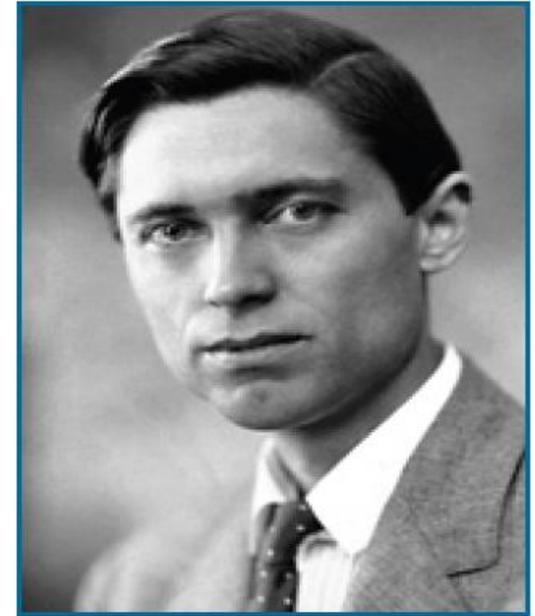
Рихард Зигмонди
(Zsigmondy, Richard Adolf)
Германия, Goettingen University
(1865–1929)

Премия по химии 1925 г. за установление гетерогенной природы коллоидных растворов и за разработанные в этой связи методы, имеющие фундаментальное значение в современной коллоидной химии.



Ирвинг Лэнгмюр
(Langmuir, Irving)
США, General Electric Company
(1881–1957)

Премия по химии за 1926 г. за работы в области дисперсных систем и разработку метода ультрацентрифугирования.



Теодор Сведберг
(Svedberg, Theodor)
Швеция, Uppsala University
(1884–1971)

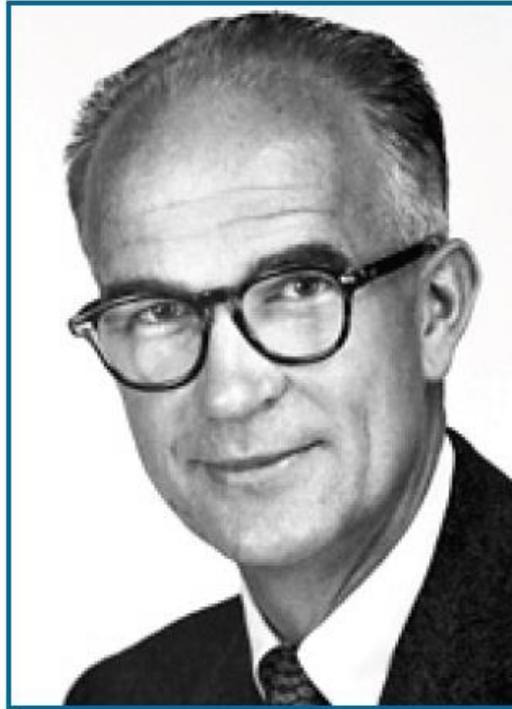
Премия по химии 1932 г. за открытия и исследования в области химии поверхностных явлений.

КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ ?

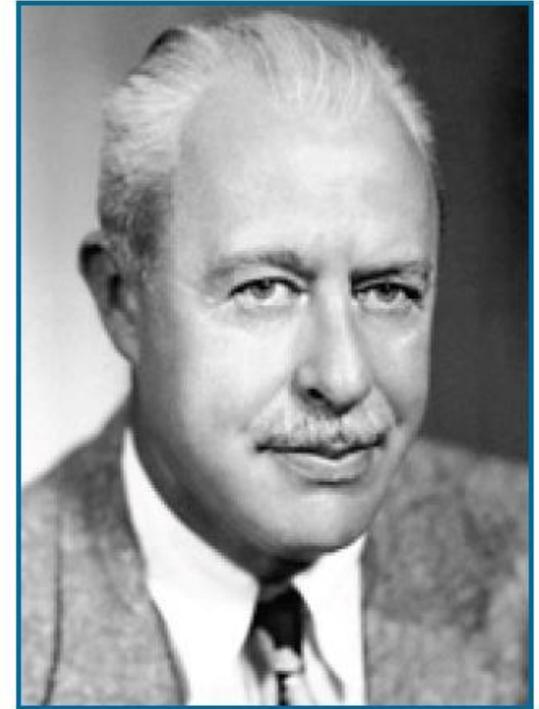
«Любой ученый мечтает получить Нобелевскую премию – ведь получая ее, он являет миру торжество разума»



Джон Бардин
(Bardeen, John)
США, University of Illinois
(1908–1991)



Уильям Шокли
(Shockley, William Bradford)
США, Semiconductor Laboratory
of Beckman Instruments, Inc.
(1910–1989)



Уолтер Браттейн
(Brattain, Walter Houser)
США, Bell Telephone
Laboratories
(1902–1987)

Нобелевская премия мира по физике (1956 г.) за открытие транзисторного эффекта и создание первого полупроводникового транзистора, что привело к возникновению микроэлектроники.

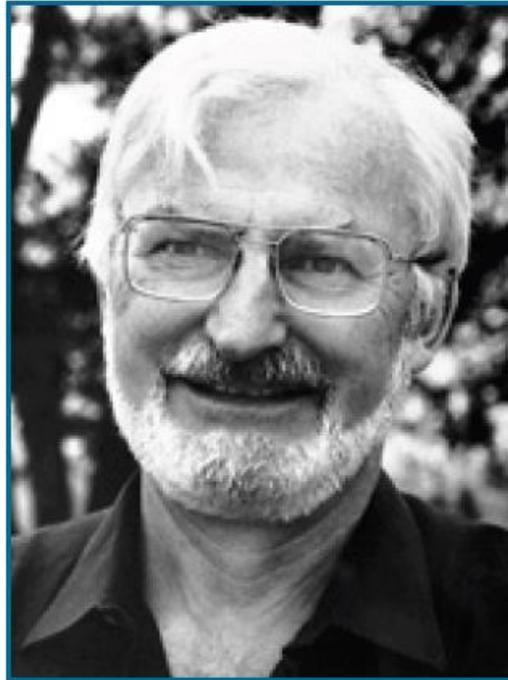
КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ ?

«Любой ученый мечтает получить Нобелевскую премию – ведь получая ее, он являет миру торжество разума»

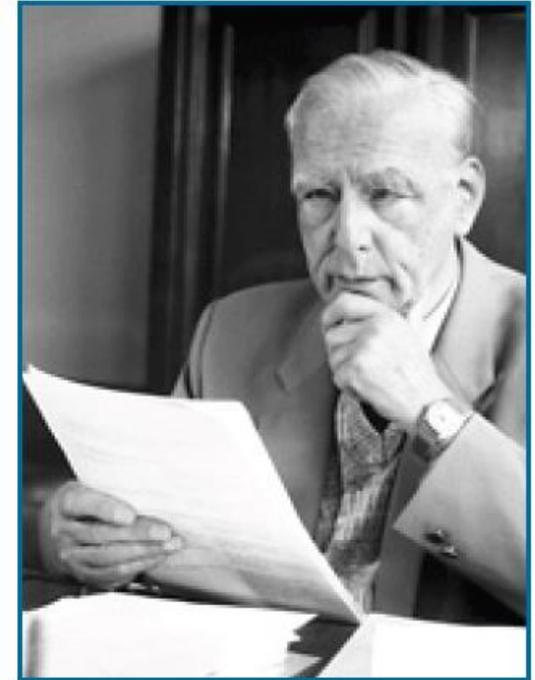


Герд Бинниг
(Binnig, Gerd)
ФРГ, IBM Zurich Research
Laboratory
(р. 1947)

Премия по физике 1986 г. за создание сканирующего туннельного микроскопа, основанного на сканировании поверхности твердого тела атомно-острой иглой.



Генрих Рорер
(Roher, Heinrich)
Швейцария, IBM Zurich
Research Laboratory
(р. 1933)

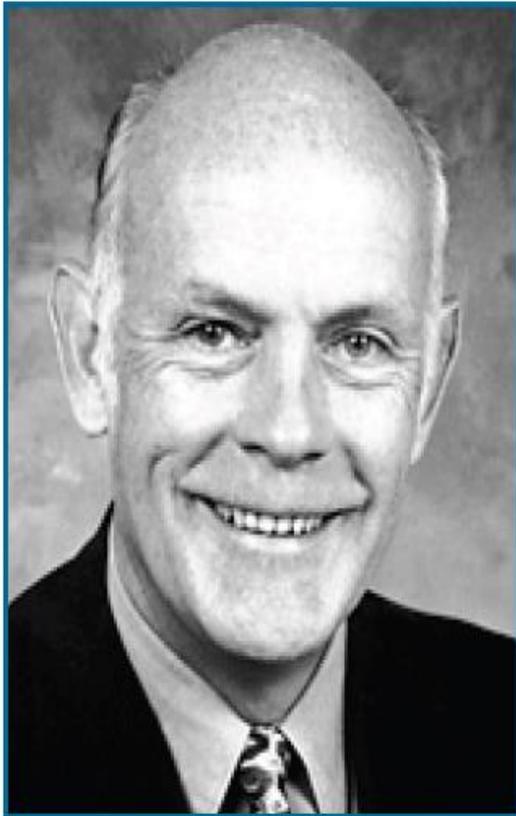


Эрнст Руска
(Ruska, Ernst)
ФРГ, Fritz-Haber Institute
(1906–1988)

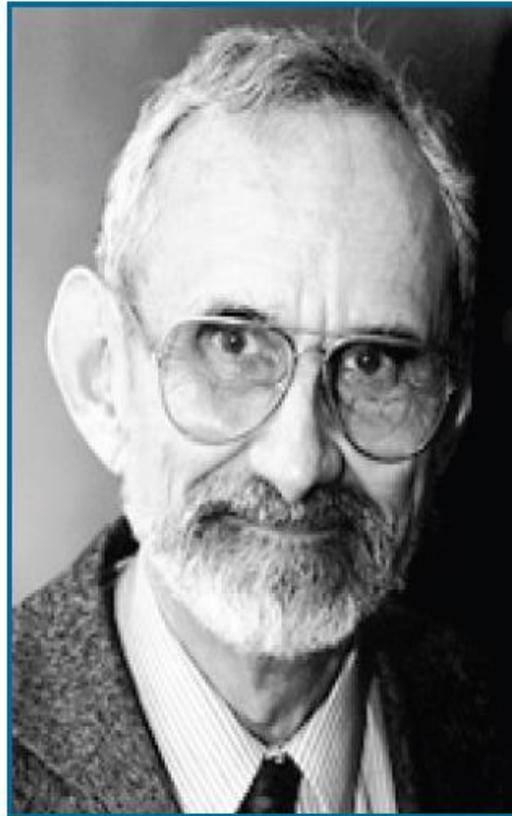
Премия по физике 1986 г. за фундаментальные работы по электронной оптике и создание первого электронного микроскопа.

КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ ?

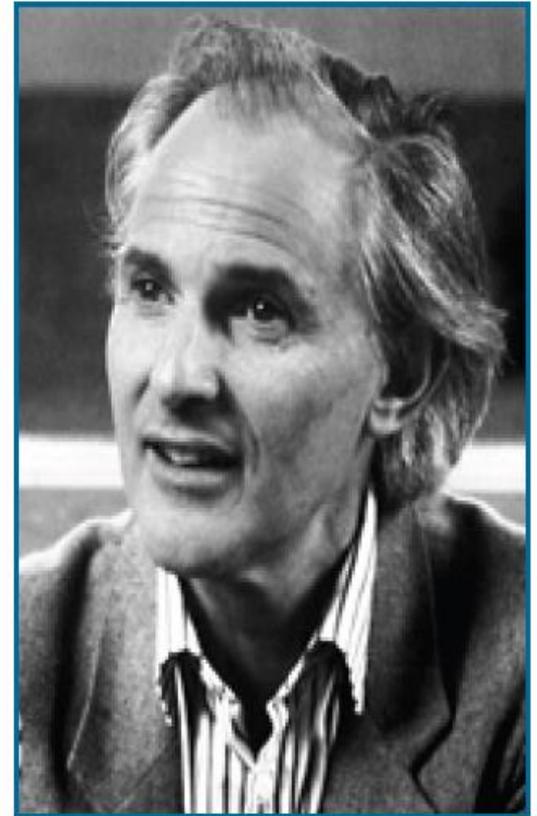
«Любой ученый мечтает получить Нобелевскую премию – ведь получая ее, он являет миру торжество разума»



Ричард Смоли
(Smalley, Richard)
США, Rice University
(р. 1933)



Роберт Керл
(Kerl, Robert)
США, Rice University
(1943–2005)



Гарольд Крото
(Kroto, Gerald)
Великобритания, University of
Sussex (р. 1939)

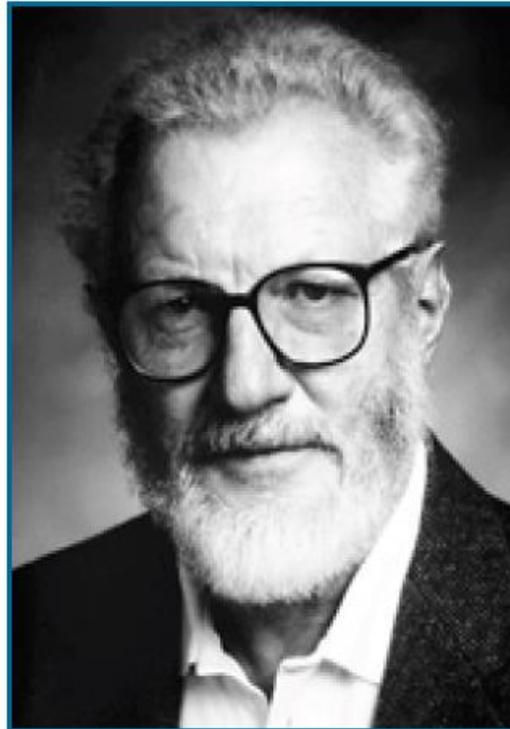
Нобелевская премия по химии 1996 г. за открытие фуллеренов.

КТО ЕСТЬ КТО В НАНОНАУКЕ ?

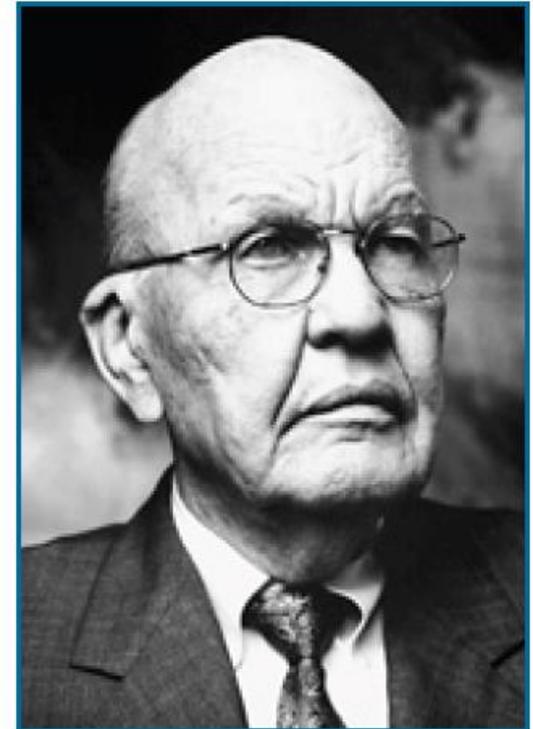
«Любой ученый мечтает получить Нобелевскую премию – ведь получая ее, он являет миру торжество разума»



Ж.И. Алферов
Россия, Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
(р. 1930)



Герберт Кремер
(Kroemer, Herbert)
Германия, Univ. California
(р. 1928)

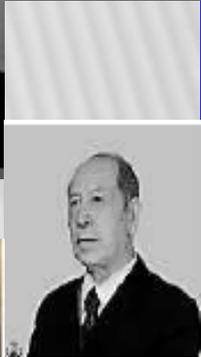


Джек Килби
(Kilby, Jack Saint-Clair)
США, Texas Instruments
(1923–2005)

Премия по физике 2000 г. за достижения в электронике, разработку полупроводниковых гетероструктур и создание быстрых опто- и микроэлектронных компонентов, за разработку идеологии и технологии создания микрочипов.

Отечественные научные школы

- академик **В.А. Каргин**, становление науки о полимерах как интегрированной области знания
- академик **П.А. Ребиндер**, становление и развитие многих областей коллоидной химии
- академик **Б.В. Дерягин**, учение о поверхностных силах и их влиянии на расклинивающее давление и свойства тонких жидких пленок
- академик **И.В. Тананаев**, впервые предложивший дополнить классические диаграммы «состав- структура-свойство» координатой дисперсности
- пионерские работы **В.Б. Алесковского** по развитию методов «химической сборки»
- создание и внедрение в атомную энергетику оригинальных технологий получения ультрадисперсных (нано-) порошков, выполненное группой советских ученых под руководством **И.Д. Морохова**
- Вице-президент РАН, Нобелевский лауреат **Ж.И. Алферов**, полупроводниковые гетероструктуры



ВПЕРВЫЕ ТЕРМИН «НАНОМАТЕРИАЛЫ» ВВЕЛ немецкий металлофизик Г. Глейтер в 1981 г.



**По мнению большинства экспертов в области
научно – технической политики и
инвестирования в ближайшее десятилетие нас
ожидает новая научно – техническая революция -
НАНОРЕВОЛЮЦИЯ
– с последствиями, наиболее значимыми, чем
компьютерная революция XX века**

**Результатом выполнения Программы развития
наноиндустрии в России к 2015 г. доля
отечественной НТ – продукции вырастет на
мировом рынке до 3 %,
что превысит сегодняшний уровень
в 40 раз !**

«Самая большая опасность, исходящая от нанотехнологий, которая может нанести наибольший ущерб обществу, это не развивать её !»

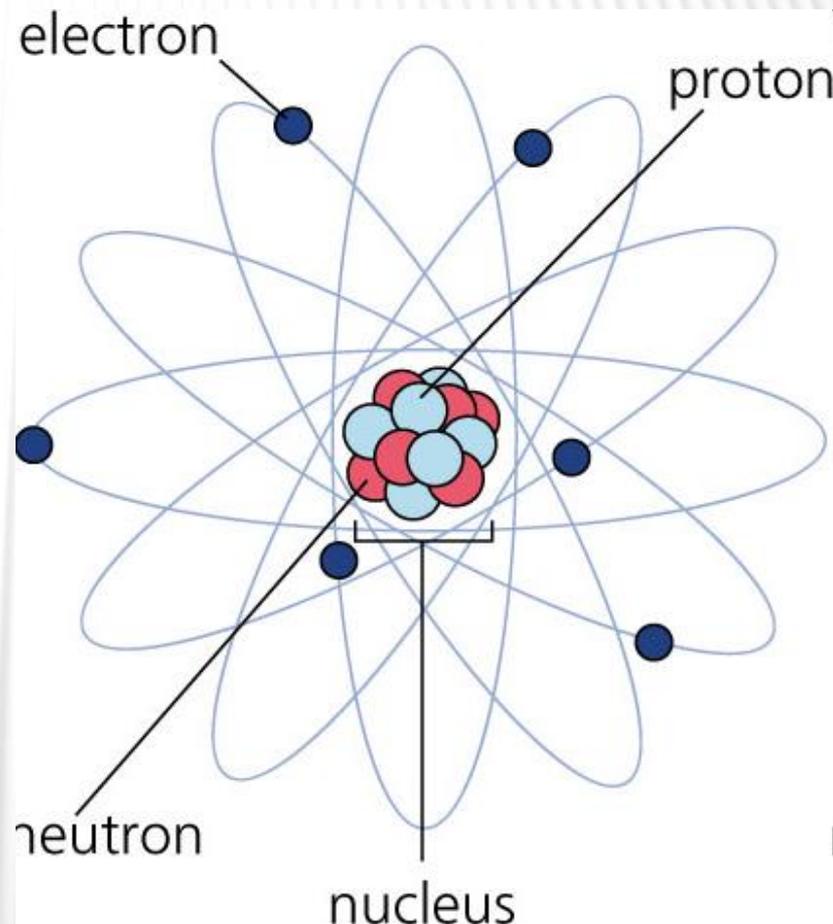
«Ни одна проблема не может быть решена на том уровне, на котором она возникла» – А. Эйнштейн

**Гармоничное и безопасное развитие НТ
невозможно без налаживания кооперации между
потенциальными пользователями и
разработчиками НТ.**

**Важно при развитии НТ не уклоняться от
неопределенностей и рисков (помимо
безусловных благ), связанных с широким
внедрением нанопродукции в нашу жизнь**

**Все в нашем мире движется, и
человеческое сознание
постоянно стремится познать
строение мира.**

**На сегодняшний день уже
известно, что кирпичиками
всего земного являются
мельчайшие атомы.**



*А знаете ли вы, что взаимодействие
между молекулами и электрически
нейтральными атомами называют
силами Ван – дер – Ваальса ?*

Что означает приставка «НАНО» ?

Приставка «**НАНО**» (от греч. «nannos» – карлик, гномик, множитель приставки 10^{-9} м) прочно вошла в современный научно-технический лексикон.

Что же означают современные термины:

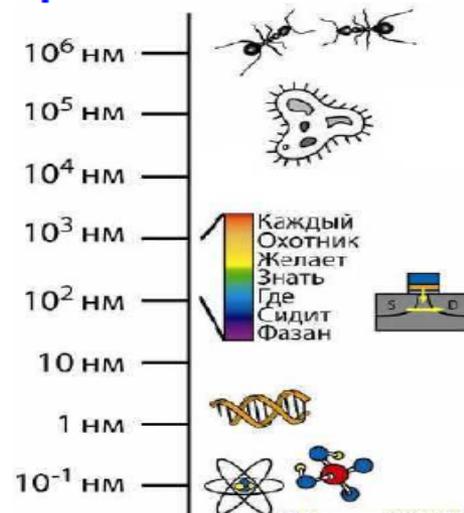
«**наномир**», «**нанонаука**», «**нанотехнологии**», «**нанотехника**»,
«**наноматериалы**», «**нанозлектроника**»,
«**нанобиотехнология**», «**нанокерамика**», «**наномедицина**».

В фокусе нанотехнологий находятся так называемые **нанообъекты** размером приблизительно **от 1 до 100 нм**.



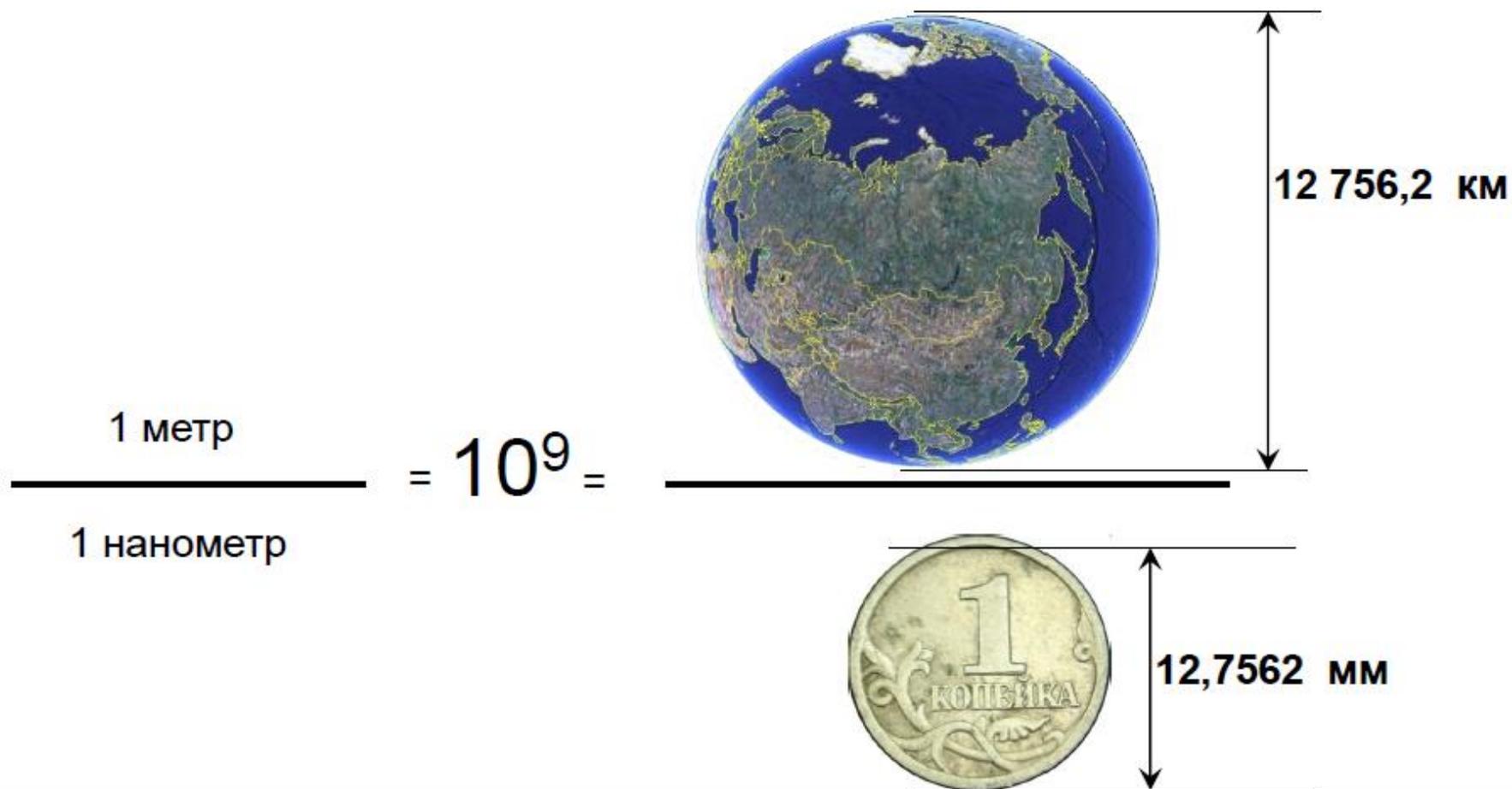
«Пятое измерение»?

- Размер по одному из измерений < 100 нм
- Новые свойства по сравнению с объемным телом
- Высокая реакционная способность
- Квантовые и туннельные эффекты
- Самоорганизация и самосборка
- Специфическое взаимодействие с живыми системами



«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

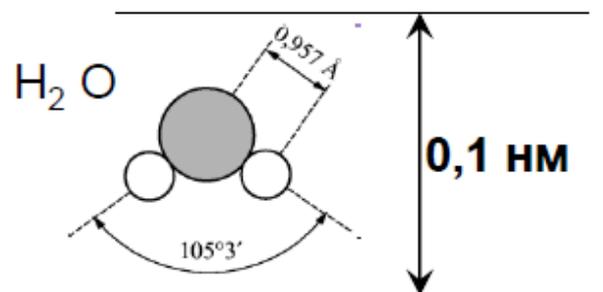


«Если при уменьшении объема какого-либо вещества по одной, двум или трем координатам до размеров нанометрового масштаба возникает новое качество, или это качество возникает в композиции из таких объектов, то эти образования следует отнести к наноматериалам, а технологии их получения и дальнейшую работу 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 10^6 атомов (молекул).



Отнесение к нанотехнологиям (наноматериалам, нанонаукам) отражает пространственный масштаб рассматриваемых явлений, процессов, структурированности (неоднородности) вещества.

$10^6\text{м}=1\text{Мм}$; $10^9\text{м}=1\text{Гм}$; $10^{12}\text{м}=1\text{Тм}$; $10^{15}\text{м}=1\text{Пм}$; $10^{18}\text{м}=1\text{Эм}$;

$10^3\text{м}=1\text{км}$

1м

$10^{-1}\text{м}=1\text{дм}$

$10^{-2}\text{м}=1\text{см}$

$10^{-3}\text{м}=1\text{мм}$

$10^{-6}\text{м}=1\text{мкм}$

$10^{-9}\text{м}=1\text{нм}$

$10^{-21}\text{м}=1\text{зм}$; $10^{-18}\text{м}=1\text{ам}$; $10^{-15}\text{м}=1\text{фм}$; $10^{-12}\text{м}=1\text{пм}$

Отнесение к нанотехнологиям (наноматериалам, нанонаукам) подразумевает наличие качественных особенностей в закономерностях, определяющих протекание явлений и процессов и отсутствующих при других характерных масштабах.

Масштаб макро-, микро- и нанообъектов

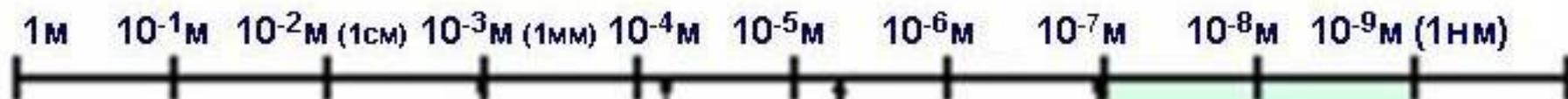
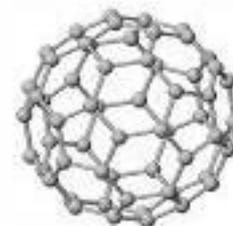


Футбольный мяч

~ 22 см

Фуллерен C₆₀

0.7 нм



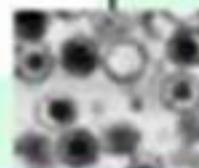
Блоха



Волос
80 микрон



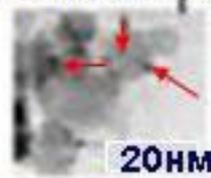
Клетки крови
7 микрон



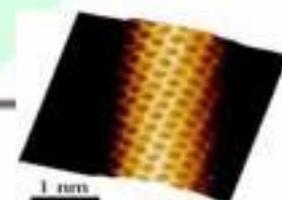
Вирус
150 нм



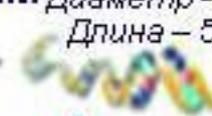
Наночастицы Pt (3 нм) на TiO₂



4 x 3 нм буквы (молекулы CO) на Si подложке



Одностенная нанотрубка
Диаметр - 1.4 нм;
Длина - 5-6 мм



Нить спирали ДНК
Диаметр ~ 2 нм

Для чего нужны НТ (Foresight Nanotech Institute)?

- создание новых экологически чистых источников энергии
- обеспечение потребностей в чистой воде и воздухе
- улучшение здоровья и увеличение продолжительности жизни
- максимальное увеличение продуктивности сельскохозяйственного производства
- доступность информационных технологий повсюду
- продвижение в освоении космического пространства
- ...

НАНОТЕХНОЛОГИИ – ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

ДАВАЙТЕ ПОЗНАКОМИМСЯ С
ТЕРМИНАМИ





*«Какое счастье, что вокруг
Живут привольно и просторно
Слова и запах, цвет и звук,
Фактура, линия и форма».*
*Игорь Губерман, советский и
израильский поэт*

Нанотехнология – впервые термин предложен **японским профессором Норио Танигучи (1974 г.)** – прецизионная механическая обработка изделий с субмикронной точностью для быстрой миниатюризации твердотельной электроники



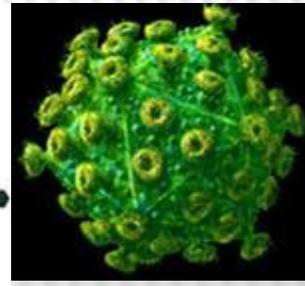
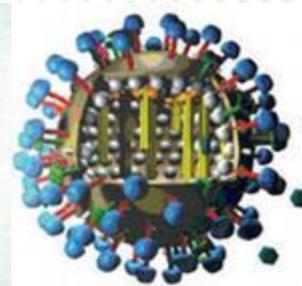
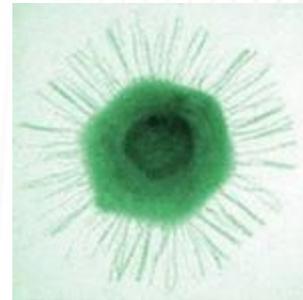
Нанотехнология – совокупность технологий, методов и процессов, связанных с манипуляцией с веществом на молекулярном (атомном) уровне и технологий создания систем, имеющих, по крайней мере, по одному из измерений, линейный размер менее 100 нм



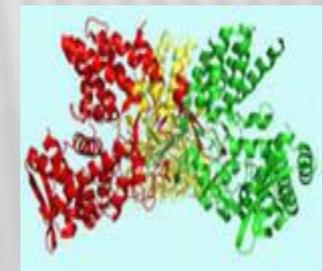
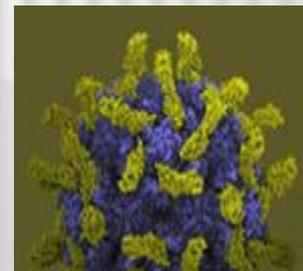
Нанотехнология – совокупность фундаментальных и прикладных исследований и разработок, направленных на познание специфики поведения вещества и управление его свойствами в интервале его характерных размеров примерно от 1 до 100 нм, где уникальные явления позволяют реализовать инновационные приложения

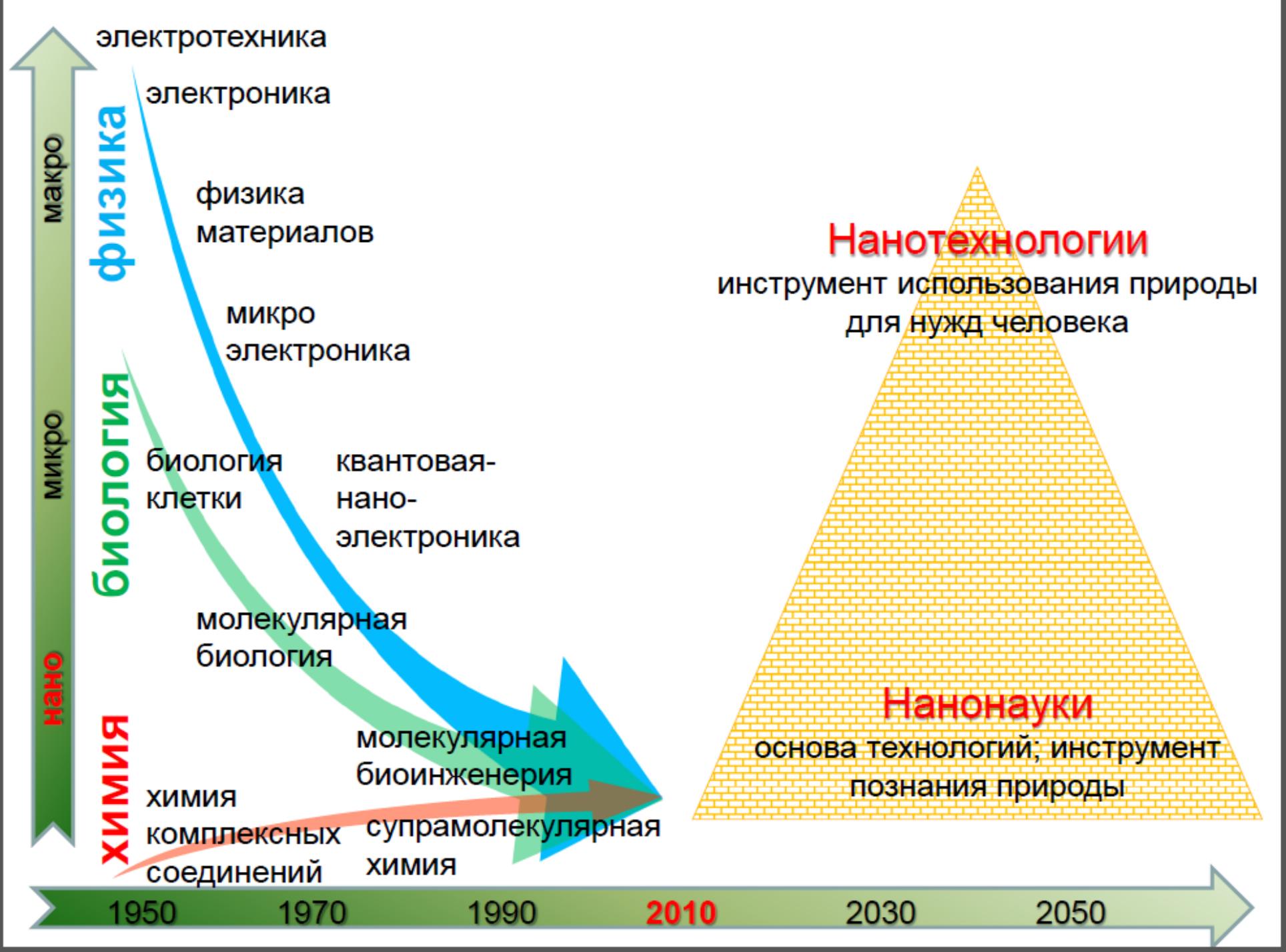


НАНОМИР представлен объектами и структурами, размер которых составляет $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-6} \text{ мм} = 10^{-3} \text{ мкм}$.



Для **белков** и **вирусов**, имеющих нанометровые размеры, человек — это **гигантский Гулливер** !





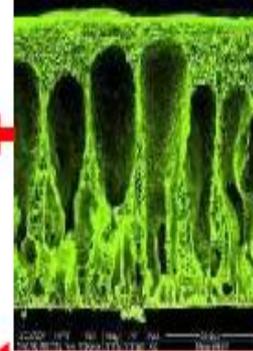
Объекты микромира, хотя бы один из линейных размеров которых не превышает 100 нм, принято относить к **НАНОСТРУКТУРАМ**. На их основе создают **НАНОМАТЕРИАЛЫ**

Классификация наноструктур может осуществляться на основе линейных размеров частицы по направлениям тех самых координатных осей x, y, z :

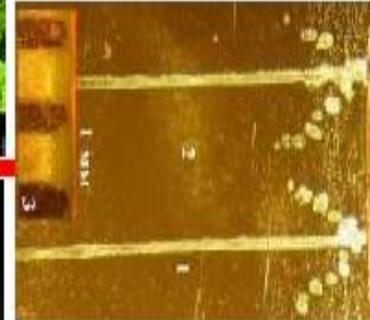
- **объемные трехмерные (3D) структуры** — это нанокластеры;
- **плоские двумерные (2D) объекты** — это нанопленки;
- **линейные одномерные (1D) структуры** — нанонити и нанопроволоки;
- **нульмерные (0D) объекты** — наноточки, или квантовые точки.
- **пористые структуры** — нанотрубки, наношарики и нанопористые материалы (цеолиты).
- **дендримеры** — ветвистые структуры.



• **Объемные (3D) наноструктурированные материалы**: металлы и сплавы с ультрамикрозернистой структурой, нанокерамика



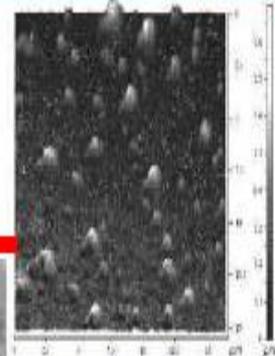
• **Наноструктурированные планарные материалы (2D)**: пленки и покрытия, нанопечатная литография, самособирающиеся монослои



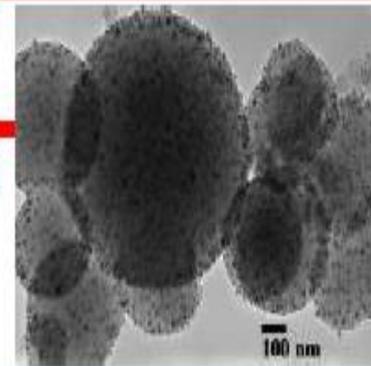
• **Наноструктурированные (1D) материалы**: нанотрубки, нановолокна, наноагрегаты и нанопроволоки



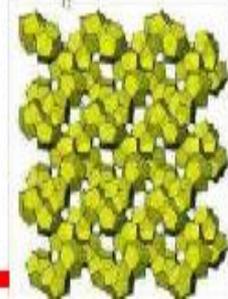
• **Нанодисперсные (0D) материалы**: нанопорошки, нанокристаллы, квантовые точки

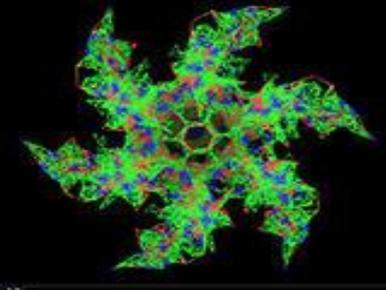
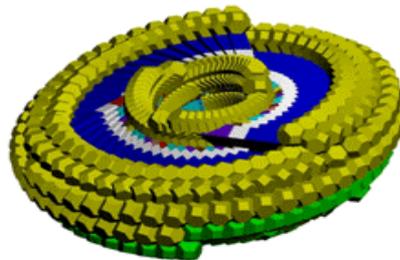
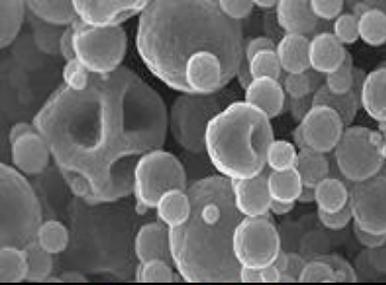


• **Нанокompозиты**: наноструктурированные наночастицы в керамической, металлической или полимерной матрице

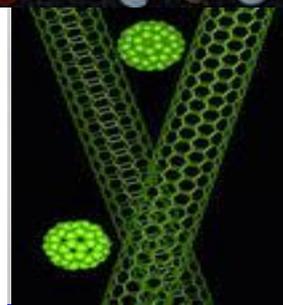
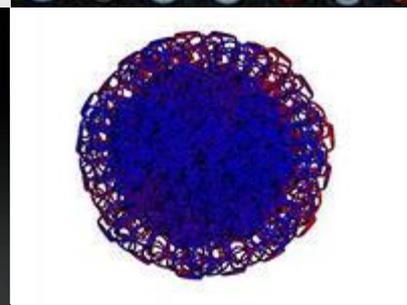
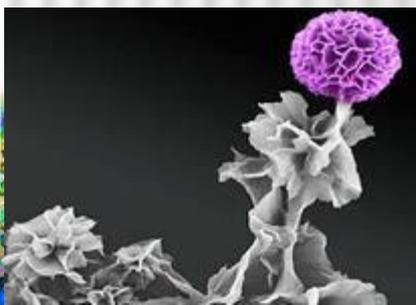
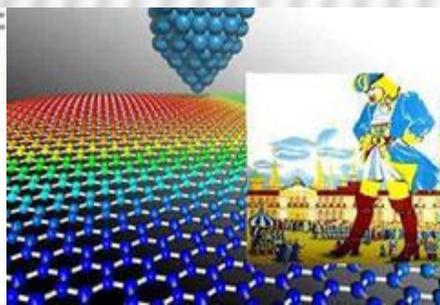
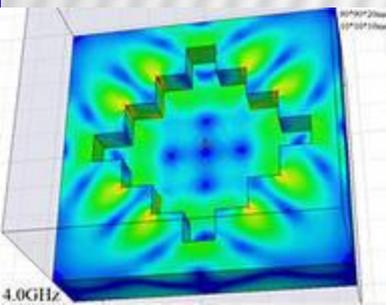
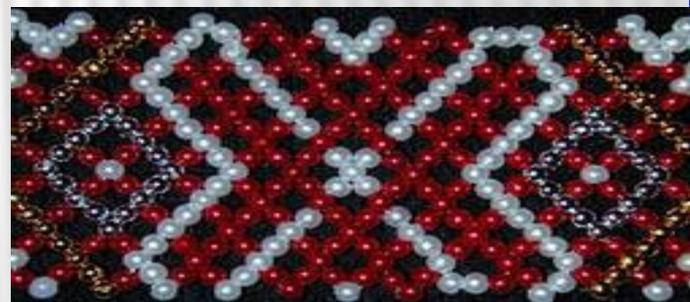


• **Супрамолекулярные материалы**





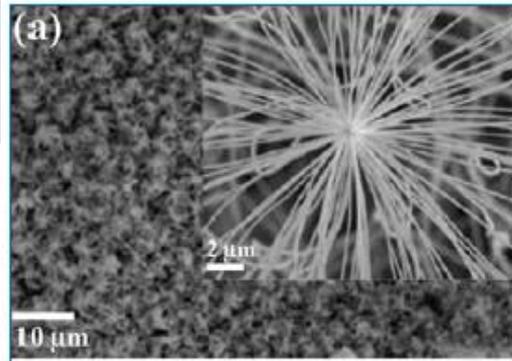
НАНООБЪЕКТ (НАНОСТРУКТУРА) – естественный или искусственный (созданный средствами нанотехнологий) материальный объект, имеющий, по крайней мере, по одному из измерений с линейным размером от 1 нм до 100 нм



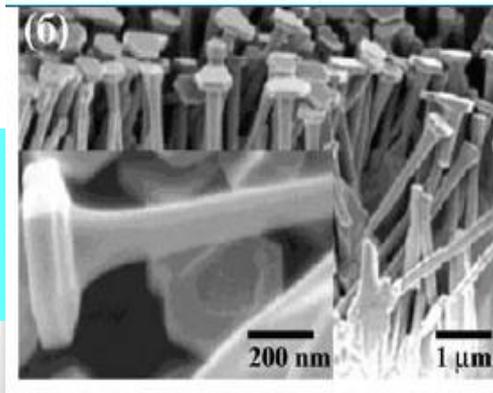
МНОГООБРАЗИЕ НАНОСТРУКТУР

«Не верь глазам своим».
К. Прутков

«НАНОРОЗА» – лепесточки
гидроксида магния

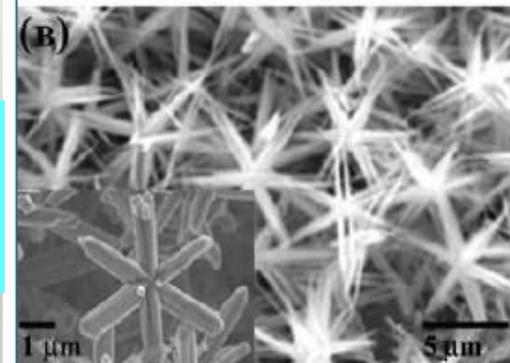


«НАНОЦВЕТЫ» – лепесточки
диоксида кремния, выращенного из
SiC и C на кремниевой подложке



«НАНОГВОЗДИ»

из оксида цинка, полученного при осаждении
паров оксида цинка в присутствии In_2O_3

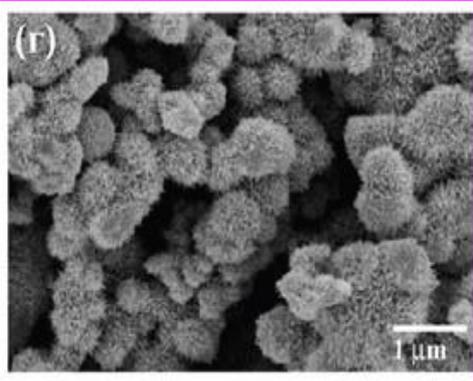


**«НАНОСНЕЖИНКИ» и
«НАНОЗВЕЗДОЧКИ»** –
лепесточки из диоксида марганца

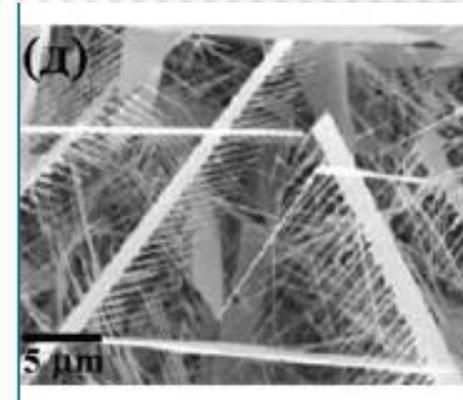
МНОГООБРАЗИЕ НАНОСТРУКТУР

«Не верь глазам своим».
К. Прутков

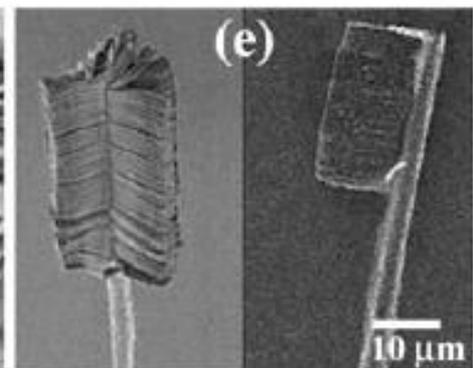
«НАНОДУВАНЧИКИ» –
структуры состава VOOH



«НАНОРАСЧЕСКА» – структура из
оксида цинка в смеси с угольным
порошком



«НАНОМЕТЛА» и **«НАНОЩЕТКА»** - получены выращиванием
нанотрубок на нитях силицида углерода из горячего газа.
Ручки покрыты тончайшим слоем золота, исключая
появление щетинок



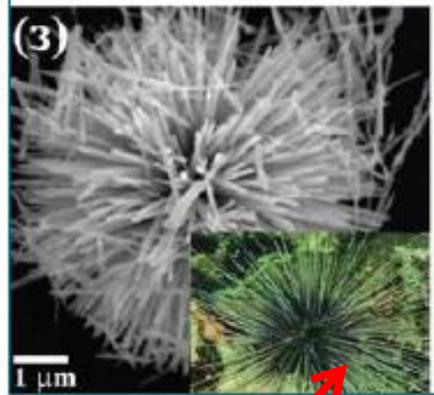
НАНОСТРУКТУРА «РЫБЬЯ КОСТЬ» –
синтезирована при нагревании смеси
порошков MgO и Co на кремниевой
подложке



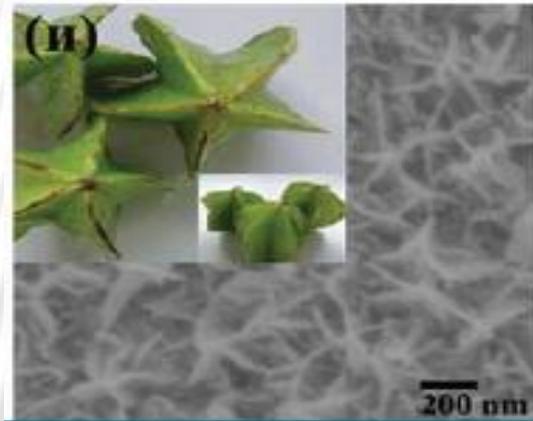
МНОГООБРАЗИЕ НАНОСТРУКТУР

«Не верь глазам своим».
К. Прутков

«**МОРСКОЙ НАНОЁЖ**» –
наноструктура MnO_2
(получен гидротермальным методом из
додецилсульфата натрия)

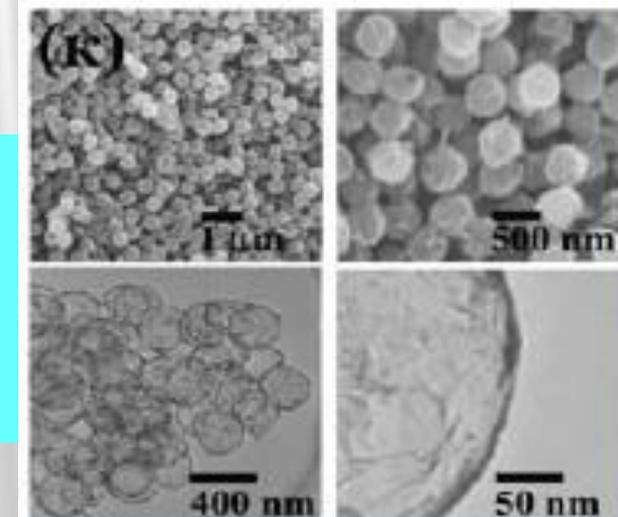


*настоящий
морской ёж*



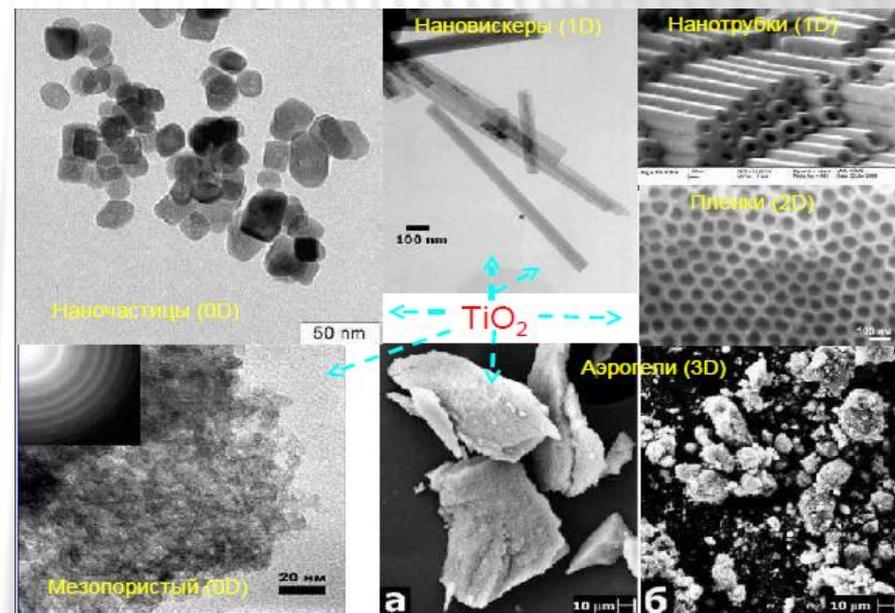
«**НАНОПЛЕНКА**» – наноструктура из
диоксида марганца, полученная
электрохимическим методом,
изображающая *карамболу (фрукт)*

«**НАНОРАКУШКИ**» - получены
наращиванием коллоидных наночешуек
 MnO_2 на наносферах поливинилхлорида с
последующим отжигом полученного
композиата



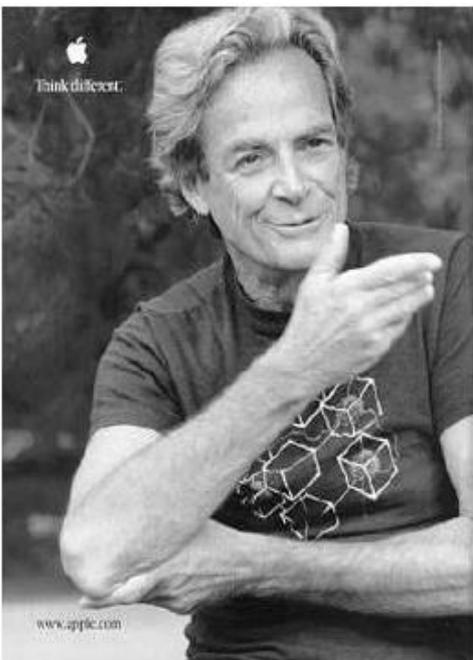
Морфологическое многообразие

- Специфика объектов наномира заключается в поразительном многообразии форм организации вещества даже при постоянном составе.
- Пример: диоксид титана содержится в «титановых белилах» и может быть использован для очистки воды, воздуха и пр.



29 декабря 1959 г. Нобелевский лауреат Р.Фейнман прочел в Калифорнийском университете свою знаменитую рождественскую лекцию «Там, внизу, много места»

Два подхода к созданию наноматериалов: «снизу-вверх» и «сверху-вниз»

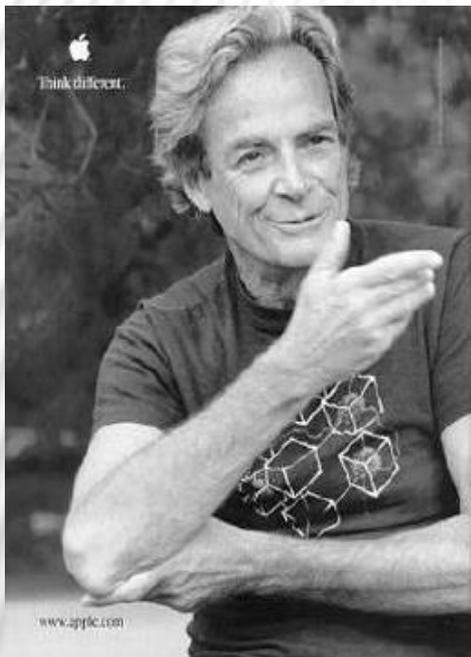


Ричард Фейнман (Richard Feynman)

Ричард Фейнман - ПРОВИДЕЦ.

ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ИЗ 1960 ГОДА

Давайте, например, обсудим проблему записи на булавочной головке всех 24 томов Британской энциклопедии.



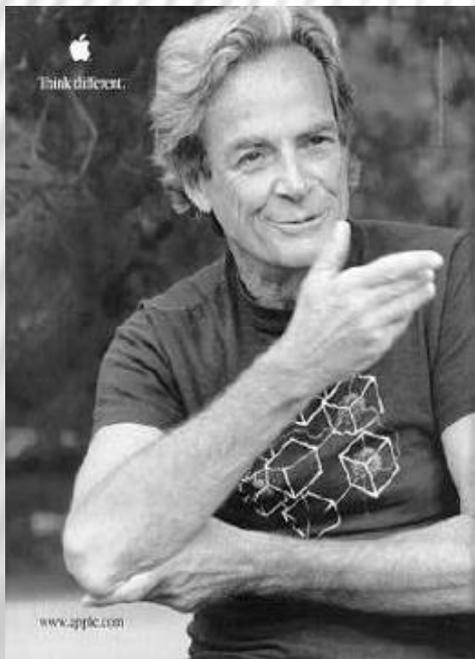
При уменьшении ее в *25000 раз* мы получаем точку диаметром всего в *80 ангстрем*, вдоль которого можно уложить *32 атома* обычного размера (например, атомов распространенных металлов). Другими словами, на поверхности такой точки будет расположено около одной тысячи атомов. То есть практически мы действительно можем уже сейчас записать весь текст Британской энциклопедии на поверхности булавочной головки!

Давайте теперь подумаем вообще о всех книгах на свете ! Общее число книг в мире можно оценить как *24 миллиона* !

Ричард Фейнман - ПРОВИДЕЦ.

ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ИЗ 1960 ГОДА

Для записи *24 миллионов книг* нам потребуется миллион булавочных головок. Другими словами, для изготовления печатной формы при записи всей информации, содержащейся в мировых библиотеках, нам потребуется тонкая пленка (из окиси кремния на полимерной основе) общей площадью *2,5 кв.метра*, то есть вы можете, вообще говоря, держать в руках брошюру, содержащую в себе всю накопленную человечеством информацию.

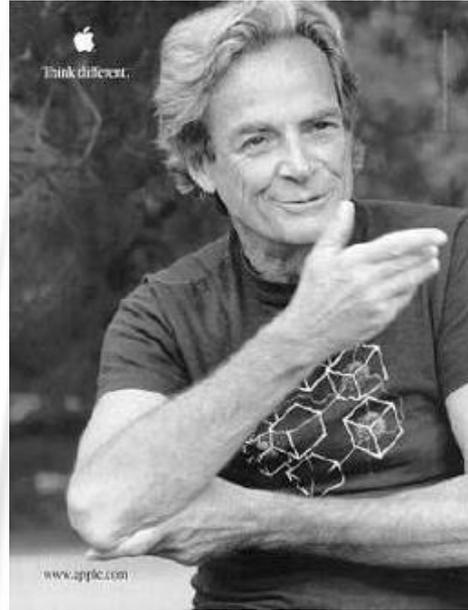


Сама возможность записи огромного количества информации в исключительно малых объектах давно и хорошо известна, например, биологам. Именно этим объясняется явление, которое веками казалось людям просто чудом, - вся информация, необходимая для создания и развития столь сложных существ, какими мы являемся, содержится внутри крошечной биоклетки.

Ричард Фейнман - ПРОВИДЕЦ.

ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ИЗ 1960 ГОДА

Полная информация о человеке (начиная с цвета глаз и кончая последовательностью формирования в организме косточки в челюсти эмбриона) содержится в очень небольшой части клетки – *длинной молекуле ДНК.*



Пусть студенты из Лос – Анжелеса пошлют студентам в Венецию булавку, на острие которой написано: *«Круто? Как вам это нравится?»*

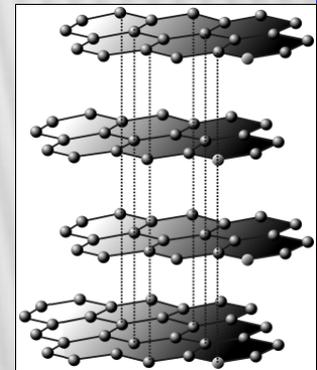
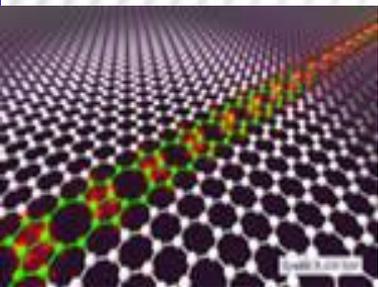
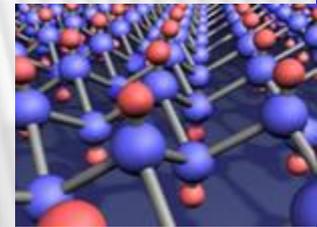
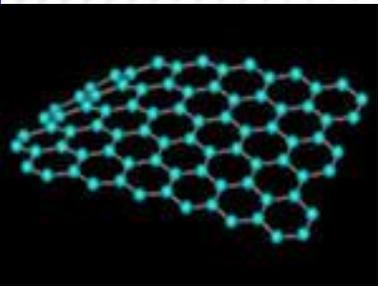
Булавка может вернуться назад с короткой припиской *«Ничего особенного»* внутри точки над буквой *i.*

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Графен (graphen) – слой атомов углерода, соединенных в гексагональную двумерную кристаллическую решетку (плоскость графита, отделенного от объемного кристалла); высокая тепло- и электропроводность, жесткость; будущее наноэлектроники.

2010 г. – Нобелевская премия мира по физике – А. Гейм, К. Новоселов «За передовые опыты с двумерным материалом – графеном».

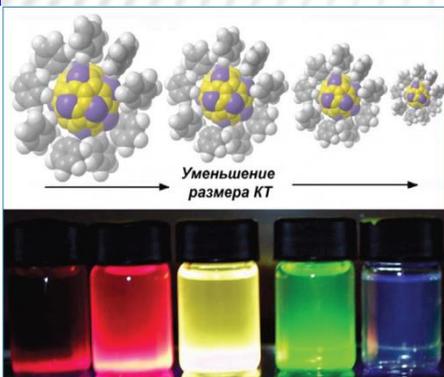
Применение: возможная замена кремния в интегральных микросхемах, новый класс графеновой наноэлектроники с базовой толщиной транзисторов до 10 нм, в качестве очень чувствительного сенсора размером $1 \text{ мкм} \times 1 \text{ мкм}$ для обнаружения отдельных молекул химических веществ, присоединённых к поверхности плёнки



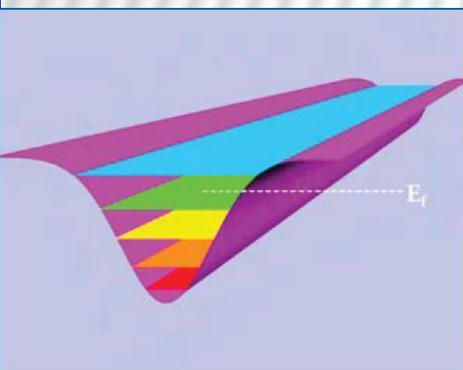
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Y – транзистор (Y – transistor) – полевой транзистор, созданный на основе нанотрубки

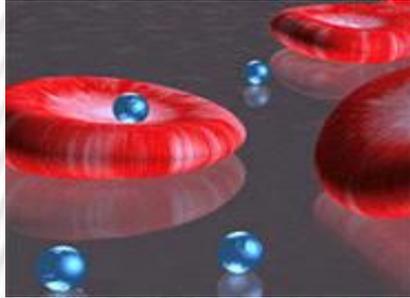


Квантовая точка (quantum dot, QD) – структура, у которой во всех трех направлениях (x, y, z) размеры составляют несколько межатомных расстояний (нуль- или трехмерная структура)



Квантовая яма (quantum well) – квантовая структура, имеющая размерность локализации, равную 1

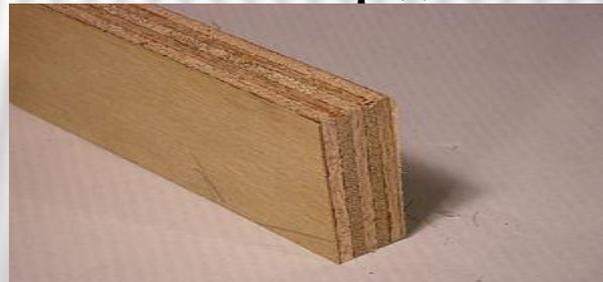
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



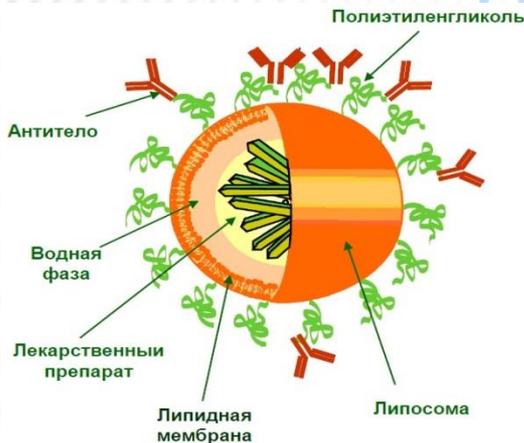
Клоттоцит (в наномедицине, clottocyte) – искусственный аналог тромбоцита (один из элементов крови животных и человека, участвующий в ее свертывании)



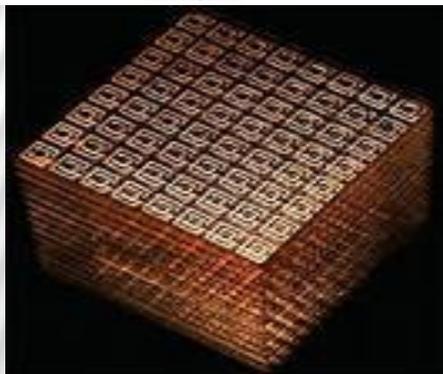
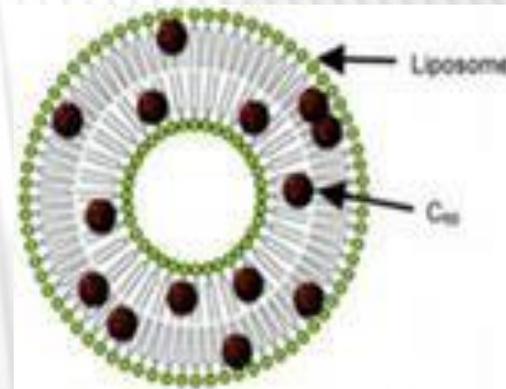
Композиционный материал (композит, composite material) – неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические свойства (прочность, жесткость) материала, и матрицу (основу), обеспечивающую совместную работу армирующих элементов) и защиту от механических повреждений и агрессивной химической среды



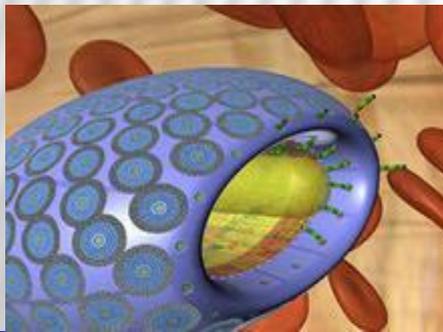
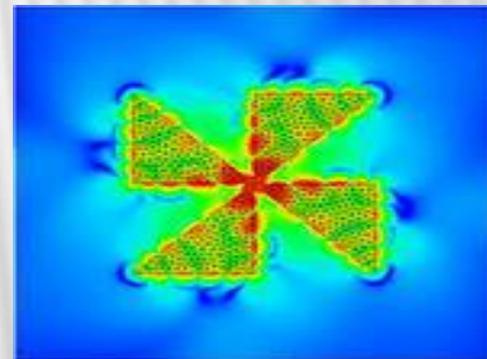
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Липосомы (liposomes) – искусственно получаемые наночастицы, образованные одним или несколькими концентрическими замкнутыми липидными бислоями; внутренний водный объем липосом изолирован от окружающей среды



Метаматериал (metamaterial) – искусственно созданный материал, имеющий свойства, не встречающиеся у природных материалов (отрицательная диэлектрическая ϵ и магнитная μ проницаемости)



Микрофагоцит (в наномедицине, microbiovore) – искусственный фагоцит, функциональный аналог лейкоцита (белые кровяные клетки, обеспечивающие защиту организма)



МЕТАМАТЕРИАЛЫ

Какими свойствами будет обладать материал, полученный при смешивании железных опилок и ваты?

Вспомним сказки, в которых колдуны и волшебники смешивают мухоморы, лягушечьи лапки и крылья летучих мышей...

Волшебные свойства этих снадобий не свойственны отдельным ингредиентам!

Все это - прототипы **МЕТАМАТЕРИАЛОВ!**

МАТЕРИАЛЫ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ($\epsilon < 0$ и $\mu < 0$; $n = \sqrt{\epsilon\mu} < 0$) !

Природные материалы с $\epsilon < 0$ хорошо известны – это любой металл при частотах ниже плазменной частоты

Материал с $\mu < 0$ – может быть получен для проводящего кольца с зазором.

Если поместить кольцо с зазором в переменное магнитное поле, то в кольце возникнет электрический ток, а на месте зазора дуговой разряд.

Впервые объединить обе системы ($\epsilon < 0$ и $\mu < 0$; $n = \sqrt{\epsilon\mu} < 0$) удалось в *2000 г. америк. Дэвиду Смуту* и был создан **МЕТАМАТЕРИАЛ**.



- развитие метеорологии и океанографии,
- средства всепогодной навигации,
- устройства дистанционной диагностики качества деталей,
- системы безопасности, обнаруживающие оружие под одеждой



Согласно современной терминологии, Баба-Яга не ворожит, а синтезирует метаматериал

«УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

«УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» – это материалы, реагирующие на изменения окружающей среды и изменяющие свои свойства в зависимости от условий

Кожа человека – пример «умного материала». Благодаря миллиардам связанных с головным мозгом нанодатчиков, которыми покрыто тело, человек с закрытыми глазами может узнавать предметы, рефлекторно отдергивать руку, чтобы не обжечься, а также переносить высокие и низкие температуры.

Нанотехнологии позволяют не только создавать ткани с «улучшенными» свойствами, но и реализовывать фантастические проекты.



«Умная» жидкость

«Умные жидкости», содержащие наночастицы, которые способны изменять свою вязкость под действием электрического (электрореологические жидкости) или магнитного (магнитореологические жидкости) полей, позволяют создавать ткань для нового поколения бронежилетов.

«Умные жидкости» применяются в подвесках автомобилей. В них есть чувствительные сенсоры, которые «щупают» профиль автодороги, непрерывно передавая информацию на демпфер. Создаваемое магнитное поле меняет вязкость «умной жидкости», чтобы упругость подвески соответствовала сиюминутной потребности.

КОСТЮМ – «НЕВИДИМКА» И УМНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ



*Кадр из фильма «Хищник» с участием
А. Шварценеггера*

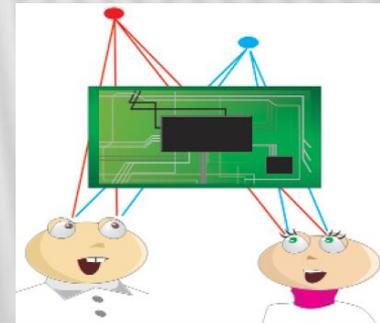


*Первый образец
костюма - невидимки*

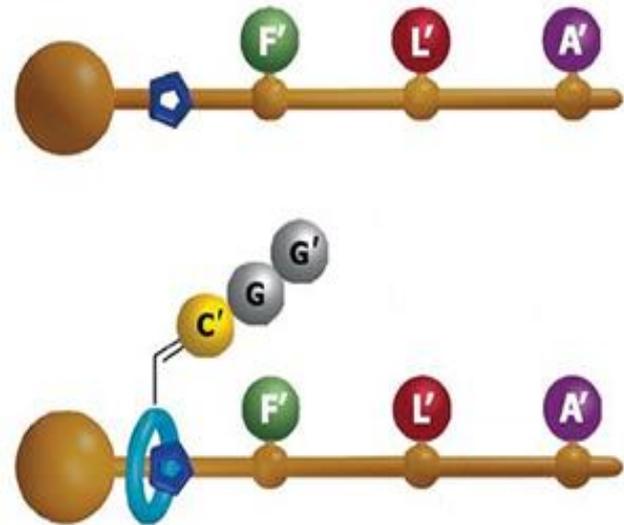
Принцип работы костюма – невидимки:

это наноматериал, в который встроены миниатюрные видеодатчики и светоизлучающие элементы.

Каждый датчик, принимающий изображение из какой - либо точки, например, со спины, посылает видеосигнал на процессор, который перенаправляет его на соответствующий участок “экрана” спереди. При этом процессор моделирует траекторию луча таким образом, как если бы между принимающим датчиком и светоизлучающим элементом ничего не было. Это позволяет наблюдателю видеть предметы, которые фактически находятся за обладателем костюма.

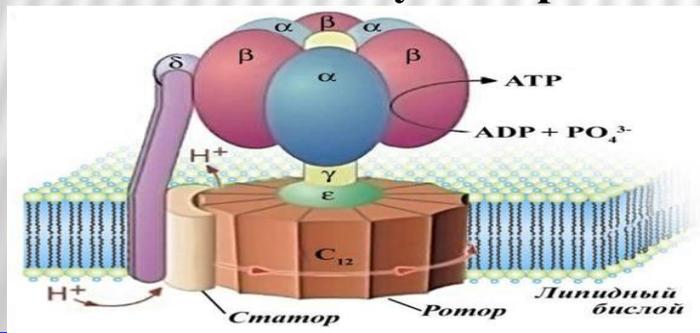


СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Молекулярная машина (molecular machine) – химически или биологически синтезированная молекула (совокупность молекул), способная совершать полезную работу (в термодинамическом смысле); часто проектируются на основе **ротаксанов** — класса соединений, состоящих из молекулы гантелевидной формы («стержня») и «надетой» на неё циклической молекулы («кольца»); является аналогом **рибосомы** – молекулярным ансамблем для синтеза белка

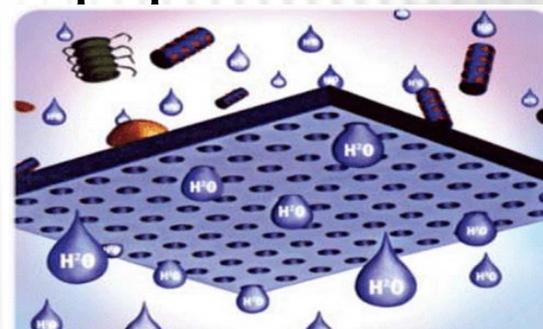
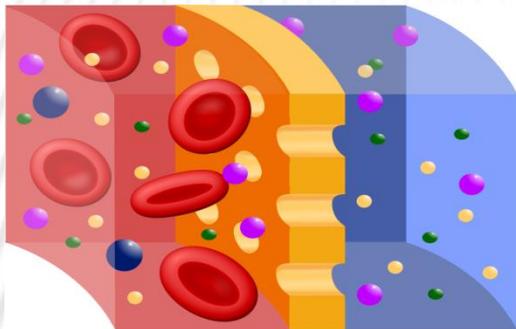
Молекулярный генератор (молекулярная машина, molecular generator) – преобразует поступательное и вращательное движение в химическую энергию



Молекулярный мотор (molecular motor) – молекулярная машина, способная совершать поступательное и вращательное движение

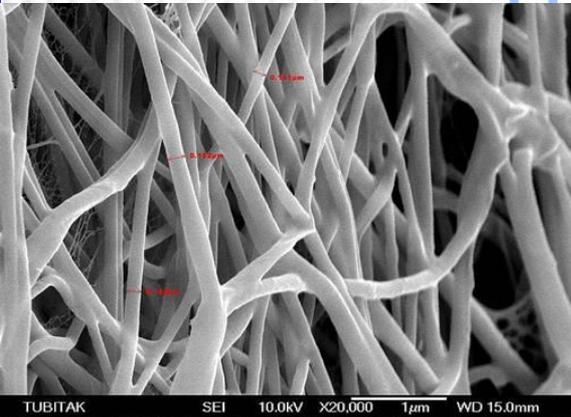
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Нановектор (в нанобиотехнологии, nanovectore) –
нанобъект, который может проходить через
биологический мембранный барьер



Биологические мембраны – функционально активные поверхностные структуры толщиной в несколько молекулярных слоев, ограничивающие цитоплазму и большинство органелл клетки, а также образующие единую внутриклеточную систему канальцев, складок, замкнутых областей. Биологические мембраны имеются во всех клетках. Их значение определяется важностью функций, которые они выполняют в процессе нормальной жизнедеятельности, а также многообразием заболеваний и патологических состояний, возникающих при различных нарушениях мембранных функций и проявляющихся практически на всех уровнях организации – от клетки и субклеточных систем до тканей, органов и организма в целом

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Нановолокно (nanofibre) – нанобъект, два внешних размера которых лежат в нанодиапазоне (от 20 нм до 150 нм), а третий размер их значительно превосходит (не менее, чем в 3 раза); хорошо впитывает и удерживает влагу

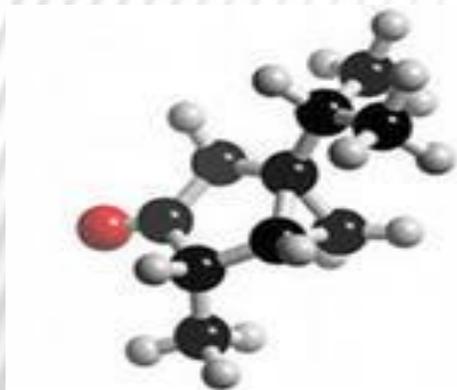
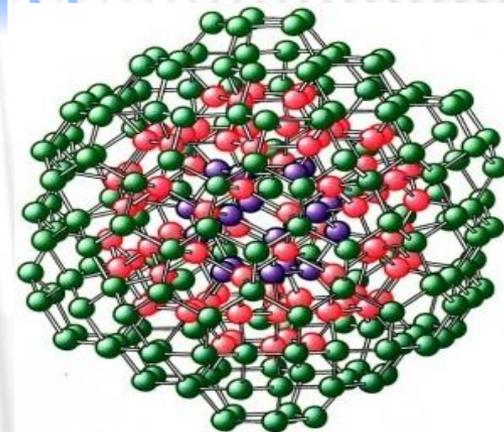


Наногель (в наномедицине, nanogel) – наноразмерный гель для инкапсуляции или высвобождения лекарственных препаратов, применяемый как система доставки лекарств. Наночастицы геля в виде инсулина, оказавшись в организме, могут реагировать на концентрацию глюкозы и автоматически секретировать необходимое количество инсулина, чтобы поддержать физиологический уровень глюкозы. Лечение сахарного диабета



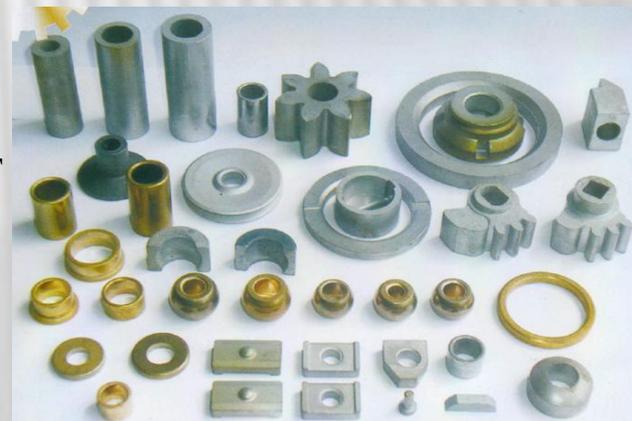
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Нанокластер (nanocluster) – кластер (группа близкорасположенных, тесно связанных друг с другом атомов, молекул, ионов, ультрадисперсных частиц), размер которого лежит в нанодиапазоне от 1 нм до 100 нм



Молекула (molecule) – микрочастица, образованная из двух или более атомов и способная к самостоятельному существованию (наименьшая (по массе и размерам) частица вещества, определяющая его основные свойства

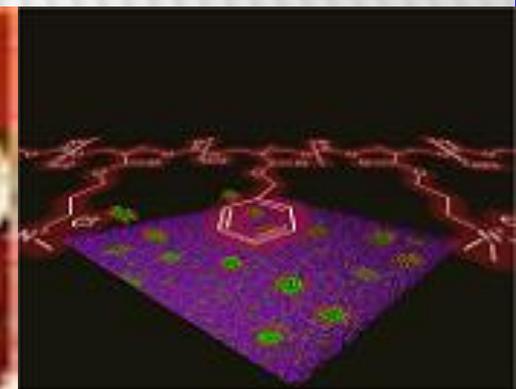
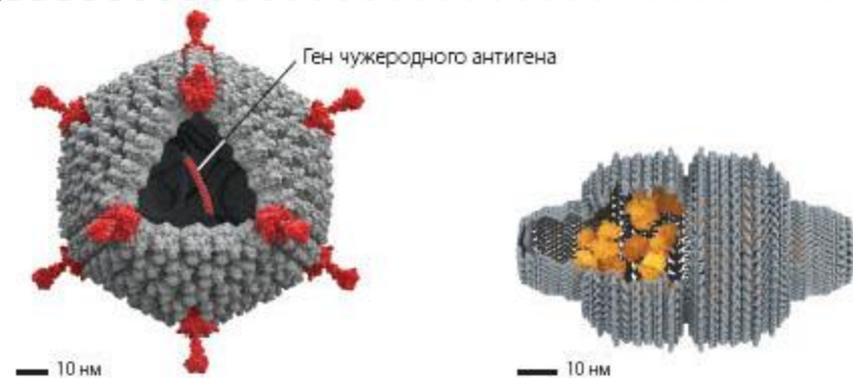
Наноматериал (nanomaterial) – материал, имеющий геометрические или структурные особенности, по крайней мере, один из внешних размеров которых лежит в нанодиапазоне от 1 нм до 100 нм (нанокристаллические материалы, дисперсные наноматериалы, материалы с нанопорами, металлы, керамика)



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

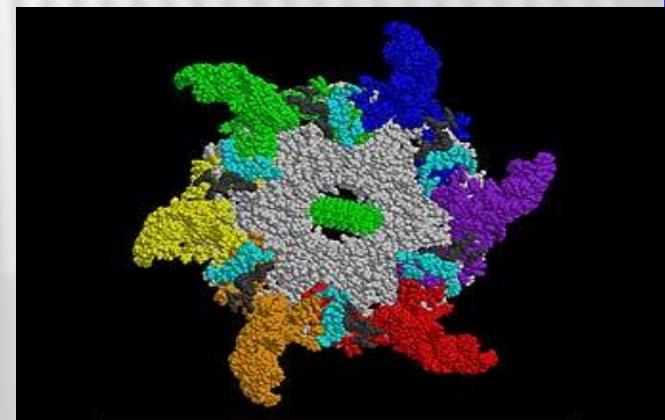
Нанолечение (nanodrug) – лекарство, представляющее собой нанобъект, активность которого и способ доставки к целевой ткани (органу) определяется свойствами этого нанобъекта.

Атакуют раковые клетки изнутри, а не снаружи, борется с инфекционными болезнями и т.д.

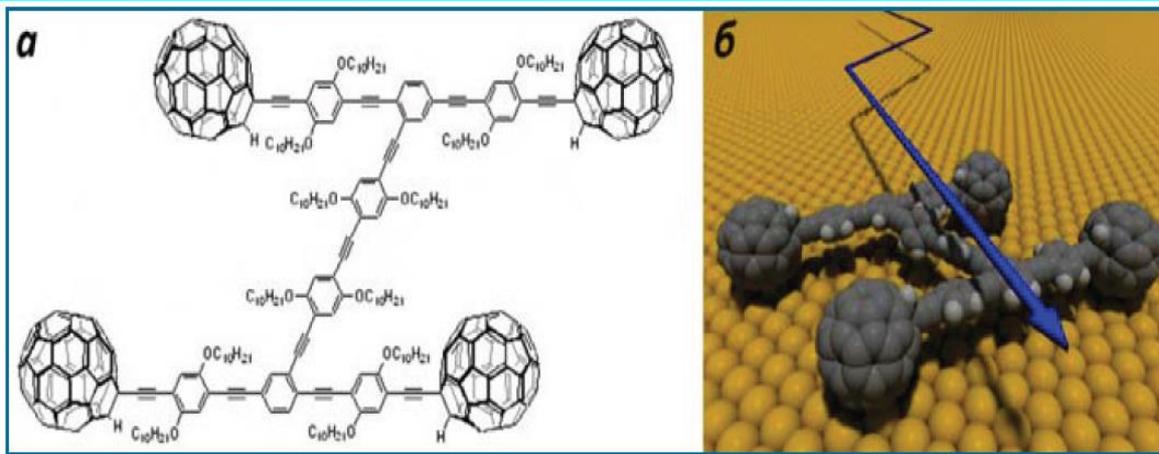


Наномотор (nanomotor) – нанобъект, имеющий возможность превращать химическую энергию в механическое движение.

Сверхминиатюрные вращающиеся механизмы используют туннельный эффект - квантовомеханическое явление, которое, предположительно, ответственно и за работу природных наномоторов у бактерий и одноклеточных животных



НАНОМАШИНЫ



Создание америк. профессора
Джеймса Тура

Размер *наноавтомобиля*
3 – 4 нм !!!

Наноавтомобиль – это большая органическая молекула, состоящая из 300 атомов трех видов (кислород, углерод, водород), передвигающаяся под действием температуры или света по поверхности золота, нагреваемого до *200 градусов Цельсия*.

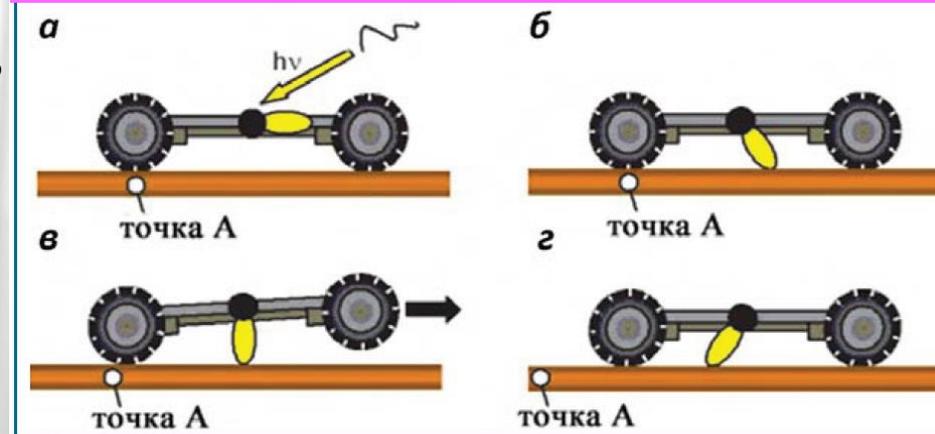
Колеса наноавтомобиля – молекулы *фуллерена*, связанные химическими связями с каркасом машины.

Им было сложно управлять из – за «пробок» на «автодроме».

Наноактюатор (молекулярный мотор), установленный в центре рамы, с лопастью, которая вращается под действием света (длина волны 365 нм).

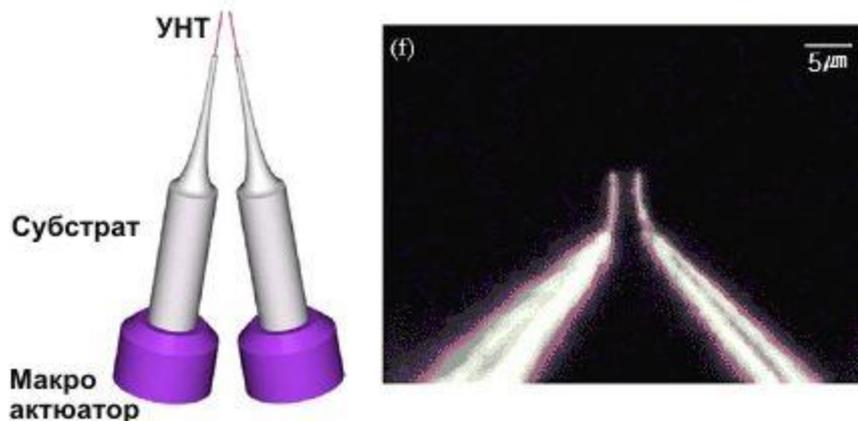
Однако он не работал в присутствии фуллеренов, которые заменили на молекулы *p – карбонаров*, содержащие С, Н, В.

Модель голл. инженера Бена Феринга



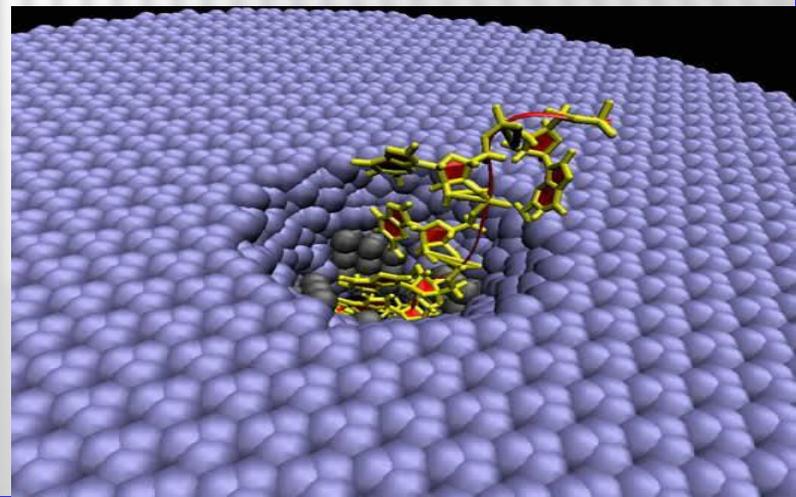
СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Наноноситель (в медицине, nanocarrier) – нанообъект, применяемый для транспортировки диагностического или терапевтического агента, связанного с его поверхностью, объемной структурой или находящегося во внутренней полости

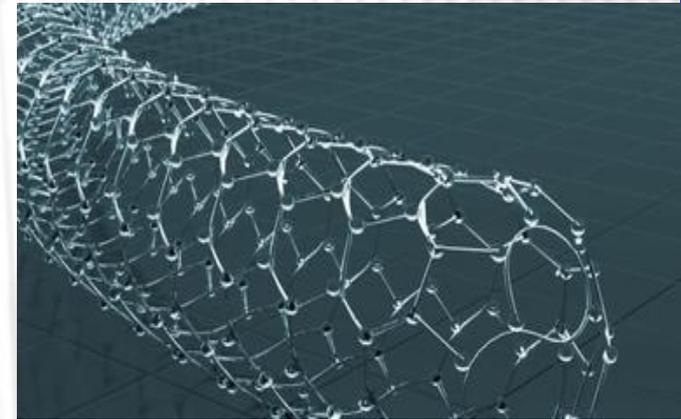
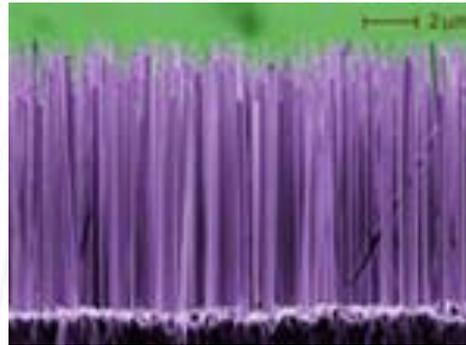
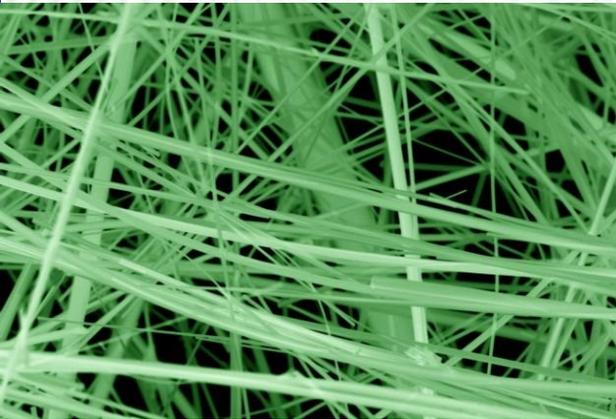


Нанопинцет (nanotweezers) – управляемая наноструктура для захвата и удержания нанообъекта с возможностью впоследствии освобождения этого объекта в данном месте. Способствует удалению раковых опухолей малотравматичным способом. Его размер - десятки раз меньше человеческого волоса

Нанопора (nanopore) – пора в твердом объекте с диаметром в нанодиапазоне



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

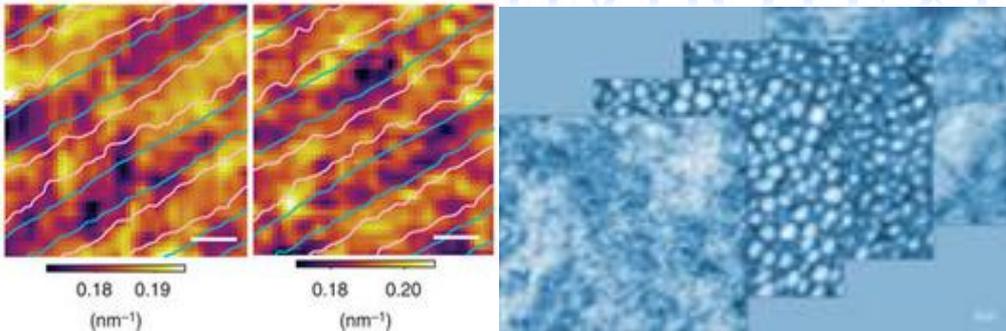


Нанопровод (nanowire) – нановолокно, являющееся проводником электрического тока.

Инструмент представляет собой неинвазивный эндоскоп, позволяющий получать изображения внутреннего устройства живых клеток.

Инструмент, также обеспечивающий доставку в клетку небольшого количества «полезного груза», может в будущем использоваться в медицинских целях для помещения в биологическую клетку генов, белков и лекарственных препаратов

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



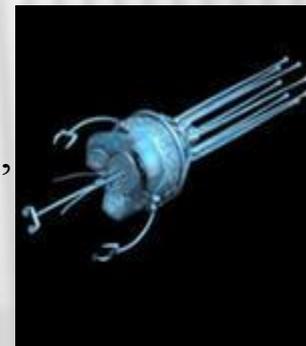
Нанорельеф (nanorelief) – рельеф поверхности твердого тела (или поверхности раздела фаз), отклонения от идеальной поверхности которого лежат в диапазоне от 1 нм до 100 нм.

Могут быть получены при помощи СЭМ

Наноробот (нанобиотехнологии, репликатор, nanorobot) – устройство, размеры которого лежат в нанодиапазоне, предназначенное для манипулирования нанообъектами, прежде всего биологическими молекулами, клетками и др. Обладает функциями движения, обработки и передачи информации, исполнения программ.

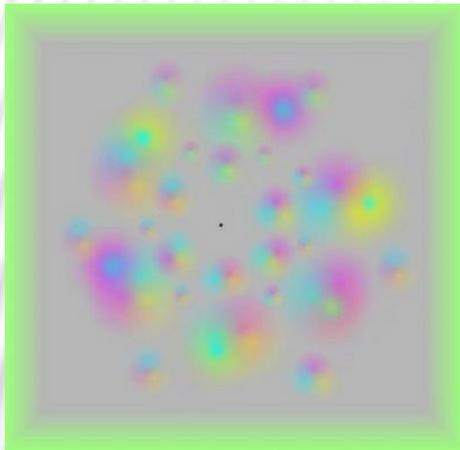
Первое полезное применение нанороботов, если они появятся, планируется в медицинских технологиях, где они могут быть использованы для выявления и уничтожения раковых клеток.

Также они могут обнаруживать токсичные химические вещества в окружающей среде и измерять уровень их концентрации.



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Наноткань (nanofabric) – ткань макроскопических размеров, в которой вместо нитей использованы нановолокна



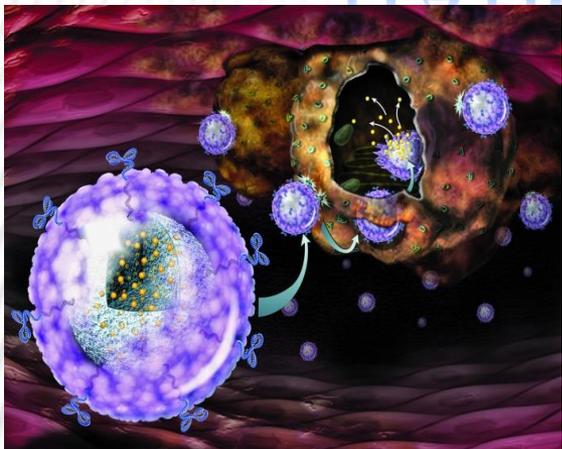
Нанотранзистор (nanotransistor) – наноэлектронный прибор, имеющий три электрода и предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов



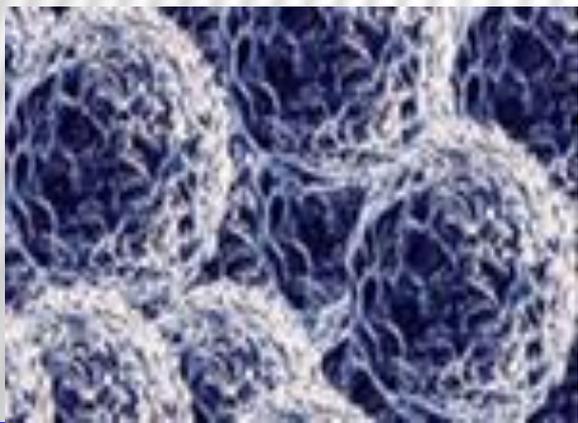
Наноточка (nanodot) – нанообъект, размеры которого в каждом из трех измерений не превышают 100 нм



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

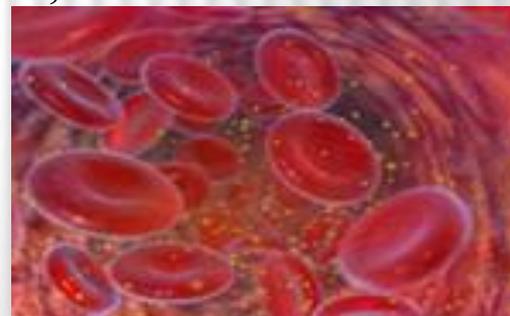


Искусственная наночастица (engineered nanoparticle) – наночастица, созданная в результате синтеза, диспергирования объемного материала (например, липосома)



Наночастица (nanoparticle) – частица, линейные размеры которой по каждому из трех измерений от 1 нм до 100 нм;

например, наночастицы оксидов алюминия, титана, железа, цинка, циркония используются для формирования объемных оксидных керамик и покрытий, в полировочных составах, в косметических составах



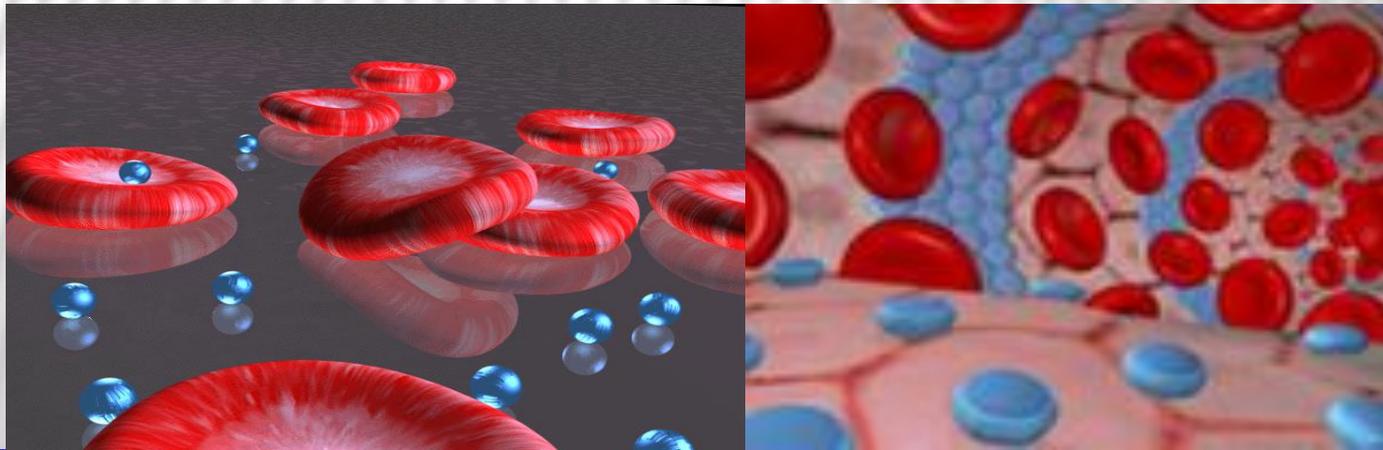
Природная наночастица (naturally occurring nanoparticle) – наночастица, возникающая в результате естественных процессов в живой или неживой природе

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Респироцит (в наномедицине, respirocite) – искусственная «красная клетка»; наноразмерное устройство, обладающее высокой связывающей способностью по отношению к кислороду (функциональный аналог эритроцита).

Они долговечней и прочнее, не подвержены старению и генетическим заболеваниям, могут полностью контролировать весь газовый транспорт в человеческом теле - от легких до тканей. Они смогут противостоять многим болезням и генетическим отклонениям, возникающих в кровеносной системе человека.

По сути дела, это часть нового "нестареющего организма", находящегося под постоянным контролем нанороботов.



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

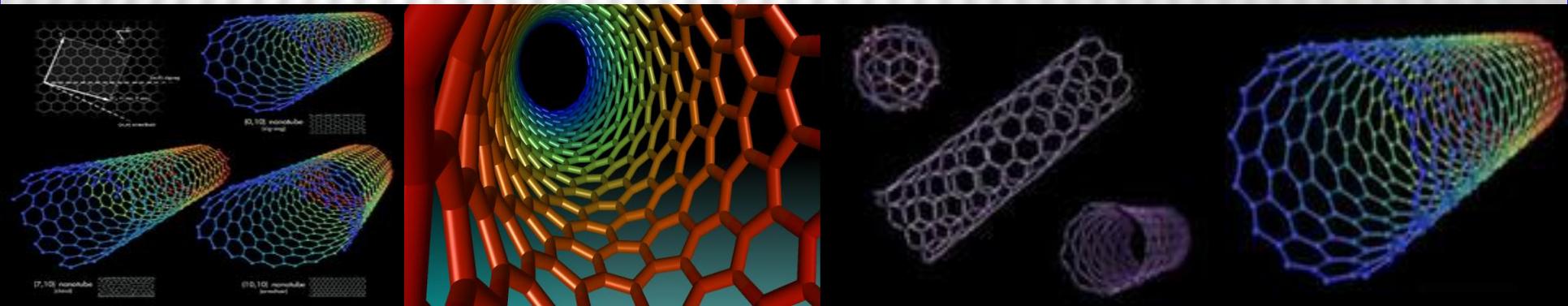
Углеродная нанотрубка (carbon nanotube) – нанотрубка (нить), состоящая из углерода – углеродная каркасная структура цилиндрической формы диаметром до единиц нм (что в 50 – 100 тыс. раз тоньше человеческого волоса) и длиной, много большей диаметра.

Нанотрубки прочнее стали в 50 – 100 раз, плотность меньше в 6 раз, нить из нанотрубок диаметром 1 мм может выдержать груз в 20 тонн, что в миллиарды раз больше ее собственной массы !!!

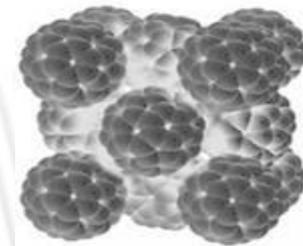
Однослойные нанотрубки – образована сворачивание плоскости графита (графена), состоящей из правильных шестиугольников в цилиндрическую поверхность.

Многослойные нанотрубки – имеют структуру типа вложенных цилиндров различного диаметра (свиток).

Применение: сверхпрочные нити, композитные материалы, нановесы, транзисторы, нанопровода, прозрачные проводящие поверхности, топливные элементы, капсулы для активных молекул, хранение металлов и газов, нанопипетки, плоские прозрачные громкоговорители, космический лифт (нанотрубки, теоретически, могут держать огромный вес — до тонны на квадратный миллиметр), создание искусственной мышцы, которая в **85 раз** сильнее человеческой, нити из парафина и углеродных трубок могут поглощать тепловую и световую энергию и преобразовывать ее в механическую



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



Фуллерен (fulleren) – аллотропная молекулярная форма углерода (алмаз, графит, карбин), в которой атомы расположены в вершинах правильных шести- и пятиугольников, покрывающих поверхность сферы или сфероида.

Могут содержать 28, 32, 50, 60, 70, 76 и т.д. атомов углерода.

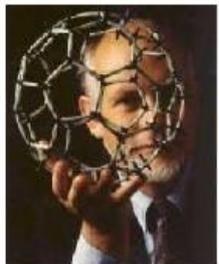
Молекула с 60 атомами углерода обладает наиболее высокой симметрией и наибольшей стабильностью.

1996 г. Р. Керл, Х. Крото, Р. Смелли –

Нобелевская премия по химии «За открытие фуллеренов».

Применение: аккумуляторы и электрические батареи, в которых так или иначе используются добавки фуллеренов, основой которых являются литиевые катоды, содержащие фуллерены, в качестве добавок для получения искусственных алмазов методом высокого давления, в фармации для создания новых лекарств, в качестве полупроводников, диоды, транзисторы, фотоэлементы, легирование твердого C_{60} небольшим количеством щелочного металла приводит к образованию материала с металлической проводимостью, который при низких температурах переходит в сверхпроводники.

Нобелевская премия по химии 1996 г.



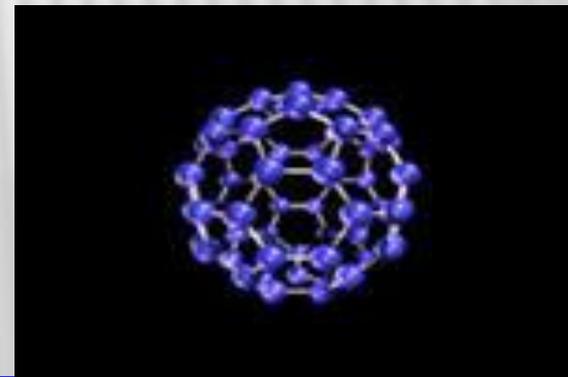
Richard E. Smalley



Harold W. Kroto



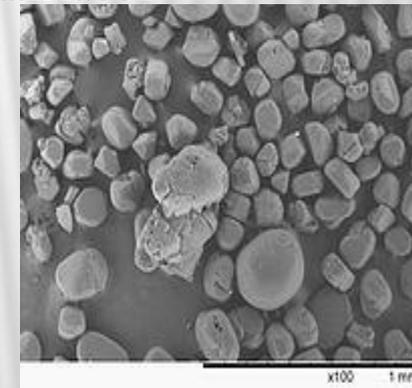
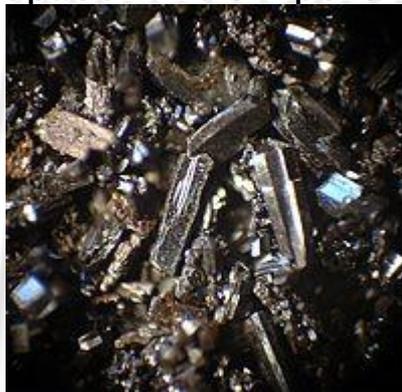
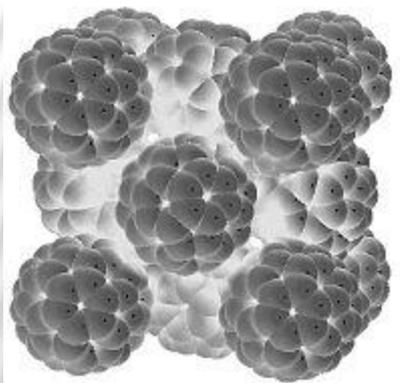
Robert F. Curl



СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Фуллерит (fullerite) – твердотельная структура на основе организованных фуллеренов, образование которой возможно в растворах и жидкой фазе; кристаллы с 60 и 70 – ю атомами углерода;

достаточно химически и термически устойчивы, сохраняют стабильность в инертной атмосфере вплоть до температур порядка 1200 К, при которых происходит образование графита, полимеризованный фуллерит является самым твердым веществом, известным науке (примерно в 2 раза твёрже алмаза), теоретически, из него можно изготавливать инструменты для обработки легированных сталей и алмазов



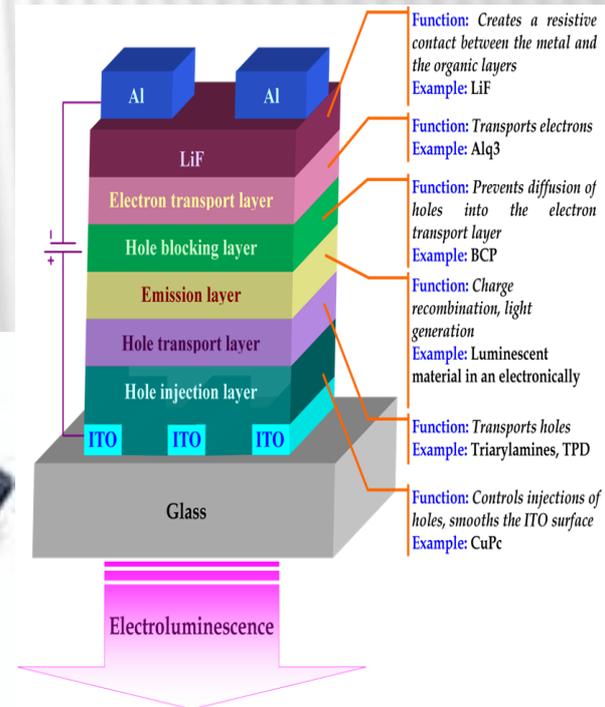
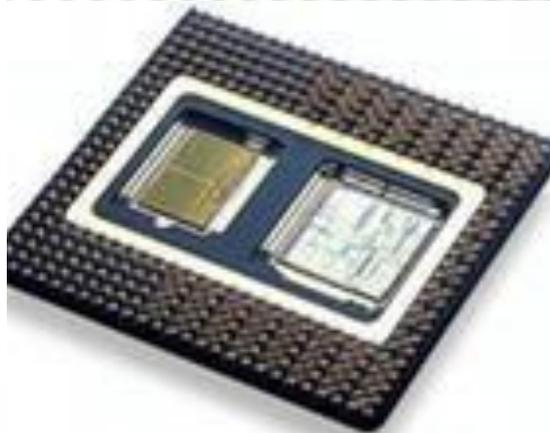
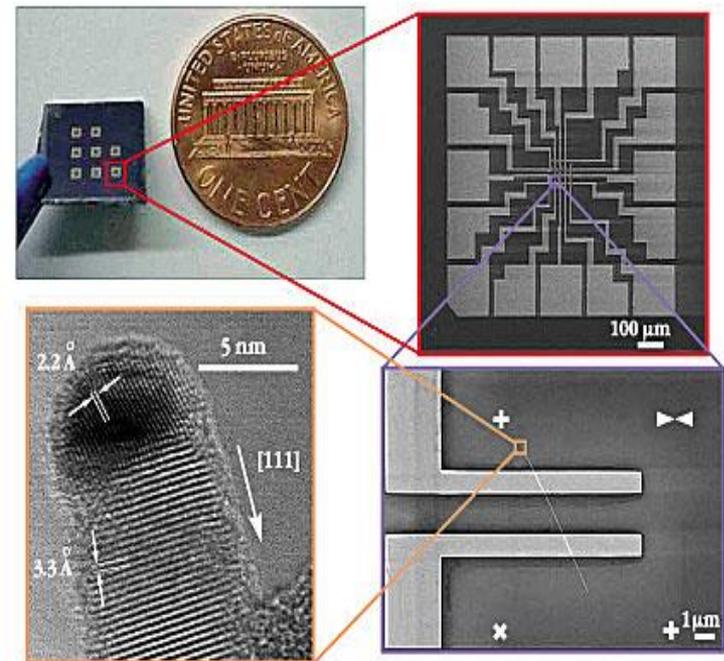
Фармацит (в наномедицине, pharmaryte) – нанообъект для транспортировки лекарства, обеспечивающий нанодоставку препарата к целевым клеткам и тканям

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Наночип (nanochip) – интегрированная электронная, фотонная или жидкостная функциональная система с наномасштабными особенностями, формируемая на подложке.

Эффективность преобразования или передачи энергии.

Используется в электронной начинке навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и биометрических паспортов, промышленной электронике, банковских и социальных картах, SIM-картах

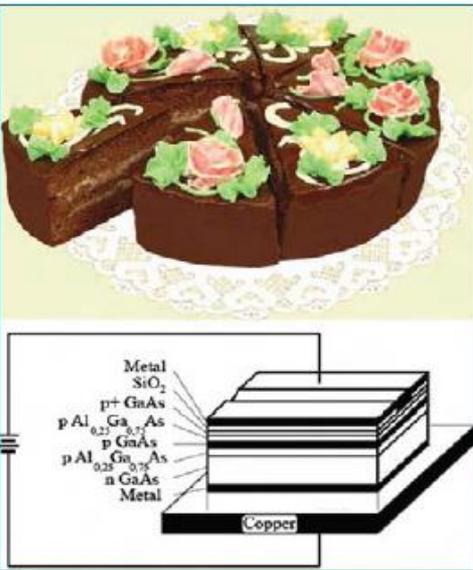


ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ

Термин в физике полупроводников, который означает *выращенный на подложке слоистый пирог из различных полупроводников.*

Контакт двух различных по химическому составу полупроводников (два разных по цвету коржа в пироге) называется *гетеропереходом.*

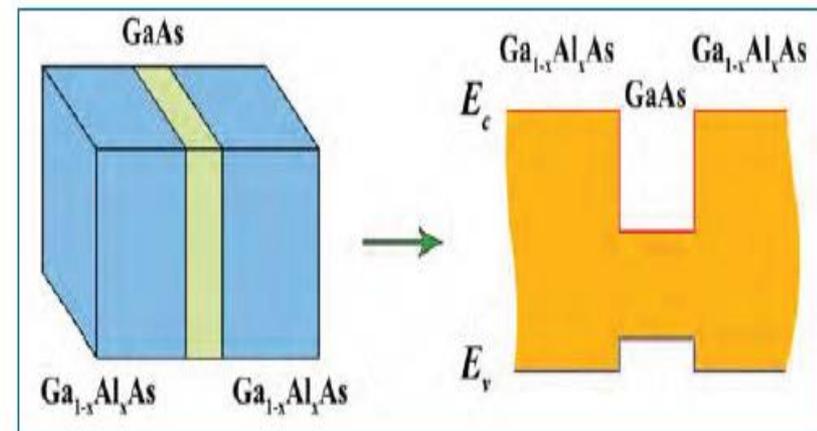
Гетероструктура – полупроводниковая структура с несколькими гетеропереходами (*многослойный пирог*).



Если привести в тесный контакт два различных по химическому составу полупроводника, которые отличаются шириной запрещенных зон, постоянной кристаллической решетки, то схематично зонная диаграмма будет напоминать «ЯМУ», *заполненную носителями заряда (электронами и дырками).*

Впервые *Ж. Алферовым и Г. Кремером* на базе многослойных гетероструктур были разработаны *быстрые опто- и микроэлектронные компоненты (прежде всего GaAs / AlGaAs).*

Применимы в электронных устройствах с повышенным быстродействием и информационной емкостью (лазер в проигрывателе компакт – дисков).



НАНОКЛЕЙ И ЭФФЕКТ ГЕККОНА

Если самым обычным клеем смазать и затем соединить между собой две поверхности, то они слипнутся.

Этот эффект из *нанотехнологий!*

Интересные решения подсказала ПРИРОДА: при создании материалов на основе углеродных нанотрубок, имитирующих поверхность лапок геккона.



Геккон – рептилия, которая может бегать по потолку или висеть вниз головой, прицепившись к ветке дерева всего лишь одним пальцем!

Кончики пальцев геккона покрыты миллионами микроскопических щеточек, состоящих из крошечных эластичных волосков, притягивающихся к поверхности силами Ван – дер – Ваальса.

Не за горами создание *человека – наука.*

Углеродные нанотрубки по форме и размерам похожи на волоски геккона.

С помощью *углеродных нанотрубок*, введенных в эпоксидную смолу, позволяет увеличить ее твердость и теплопроводность.

Добавление *наночастиц оксида железа* в канцелярский клей позволит создать моментально затвердевающий клей.

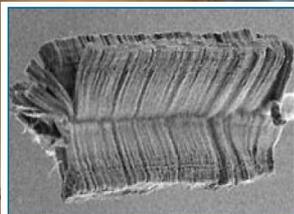
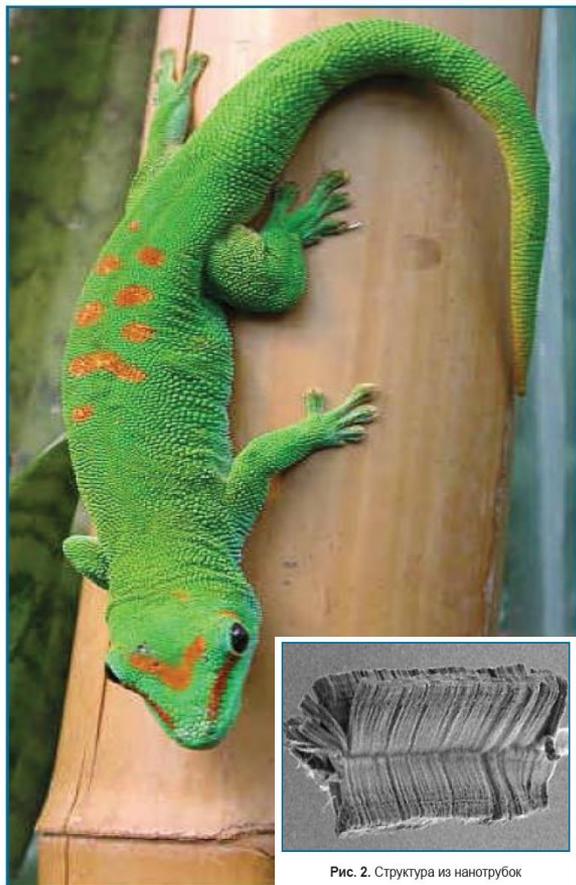


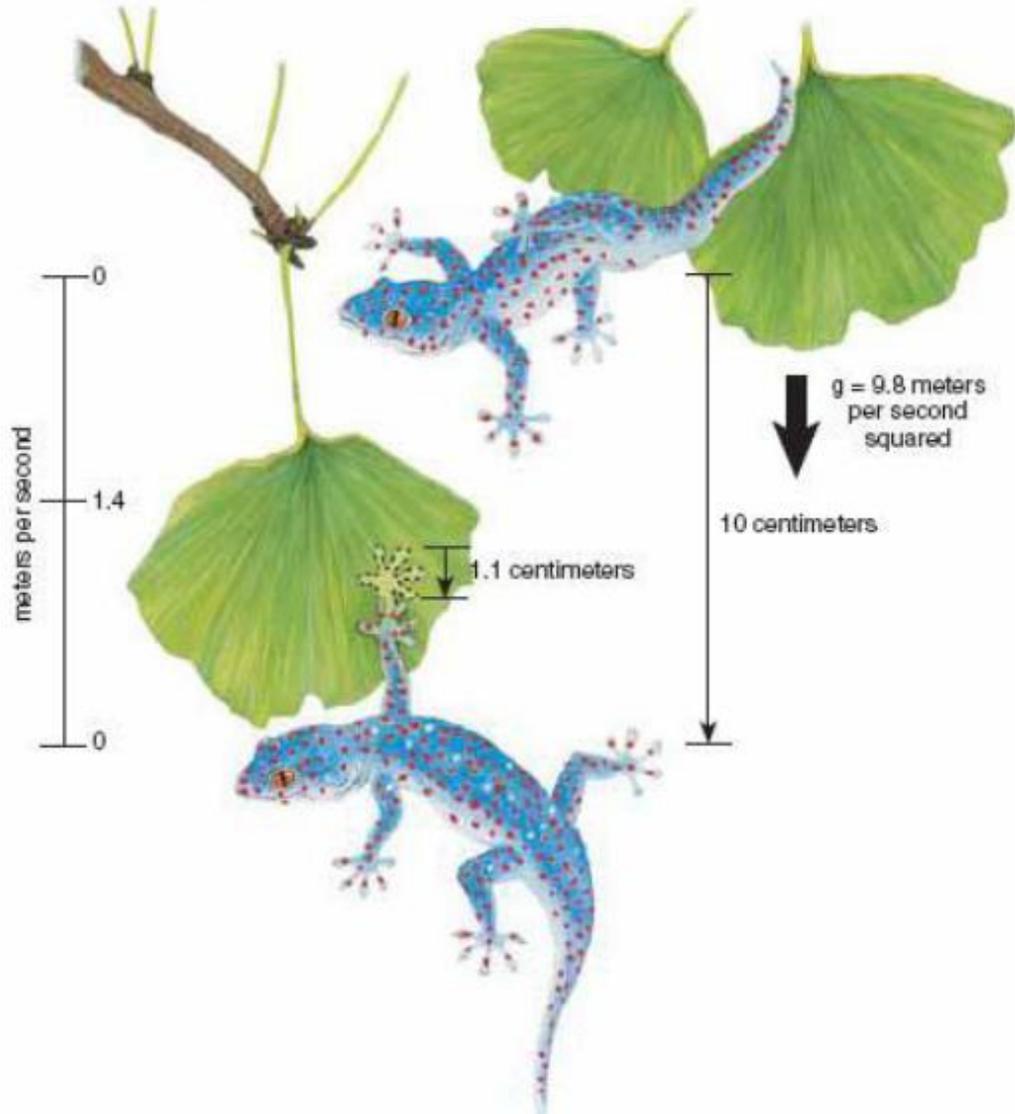
Рис. 2. Структура из нанотрубок

Рис. 1. Фельзума мадагаскарская – один из видов дневных гекконов

Эффект геккона.



- прикрепляется и открепляется пальцами за время в несколько миллисекунд к почти любой поверхности (исключение - тефлон);
- перемещается по шероховатым и гладким поверхностям с любой пространственной ориентацией;
- способность к зацеплению не изменяется со временем и под действием загрязняющих материалов;
- пальцы не склеиваются друг с другом и обладают способностью к самоочистке;
- лапа отсоединяется от поверхности без приложения видимых усилий;
- двумя передними лапами ящерица геккон, имея собственный вес около 50 г, может удерживать вес более 2 кг.



МАКРО



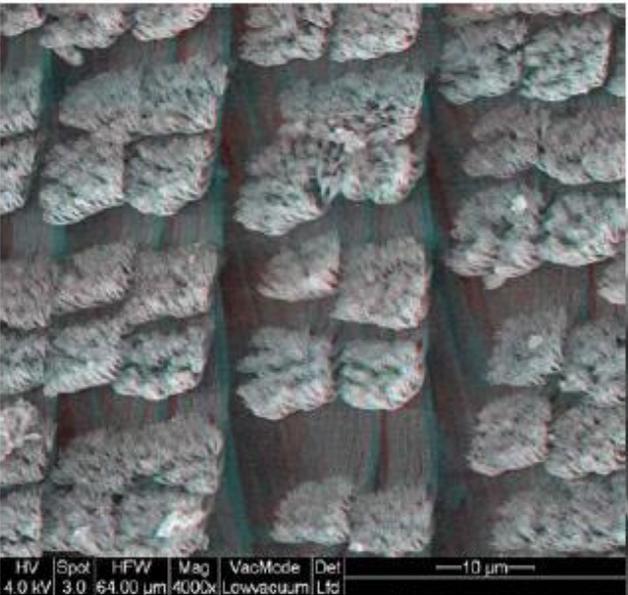
МЕЗО



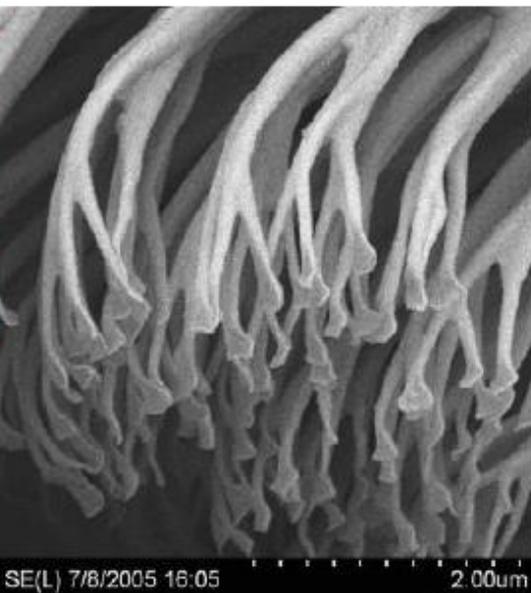
МИКРО



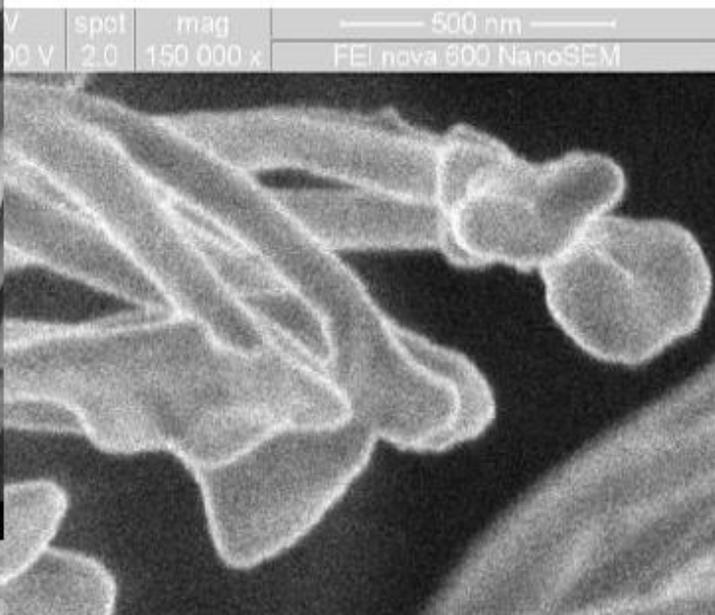
СУБ-МИКРО



НАНО



НАНО



Измерения, проведенные для отдельной щетинки на пальце ящерицы показали, что для преодоления ее адгезии к поверхности необходимо приложить усилие в **200 мкН**.

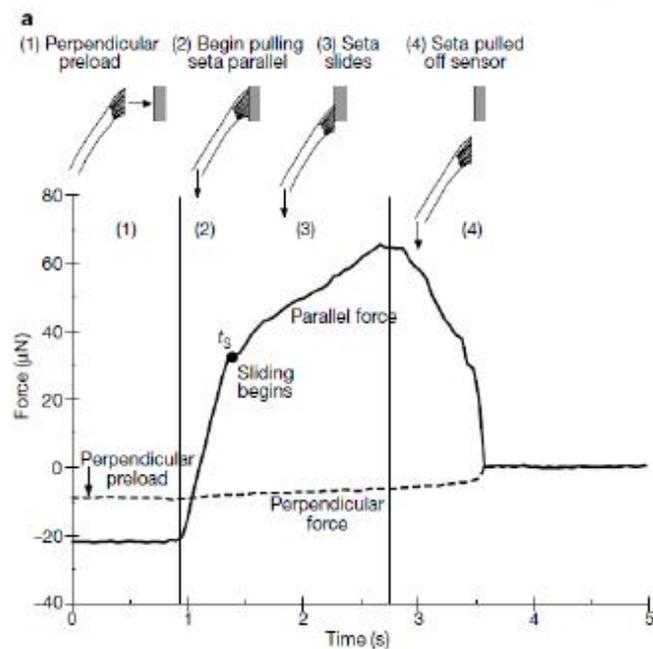
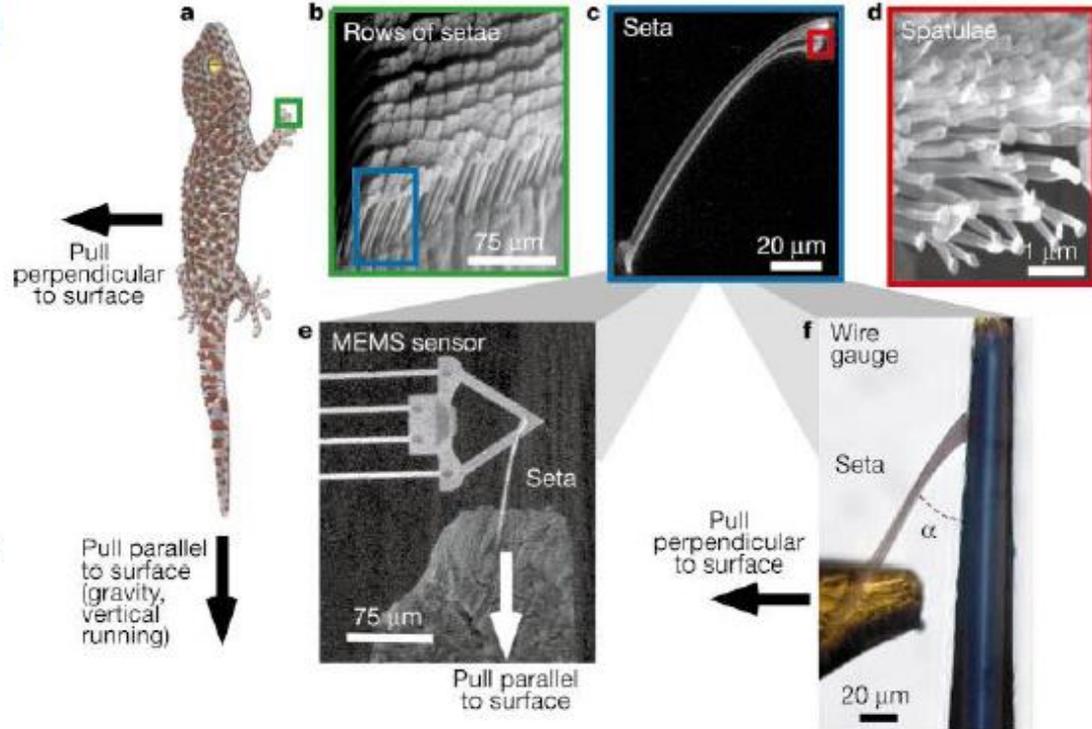
Общее количество щетинок составляет около $6,5 \cdot 10^6$ на каждой лапе, что эквивалентно усилию по ее отрыву в **1300 Н**.

Для удержания на поверхности ящерице достаточно использовать 2000 щетинки на каждой лапе, т.е. менее 0,04% от их общего количества.

Изменение угла соприкосновения щетинок с поверхностью приводит к уменьшению силы взаимодействия и обеспечению возможности к перемещению.

Механический захват, вакуумная присоска, наличие клейкого состава, капиллярные силы были признаны не способными вызвать наблюдаемый эффект.

Единственное объяснение – короткодействующее взаимодействие Ван-дер-Ваальса.



ЭФФЕКТ ЛОТОСА



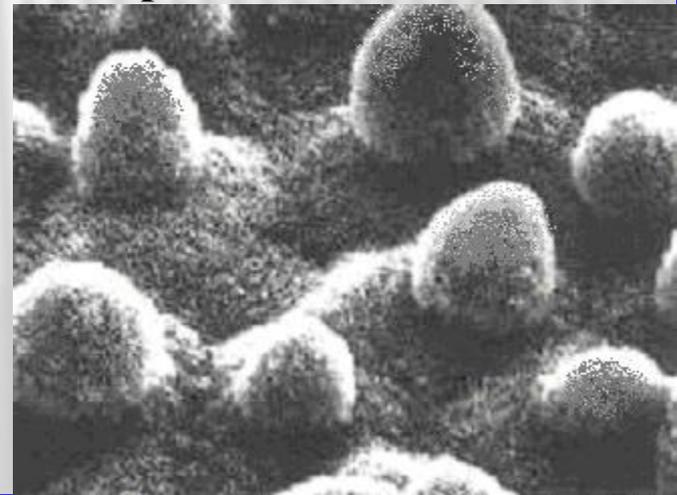
Это явление самоочистки листьев и цветов некоторых растений, которое основано на особом *наноструктурированном строении* их поверхности.

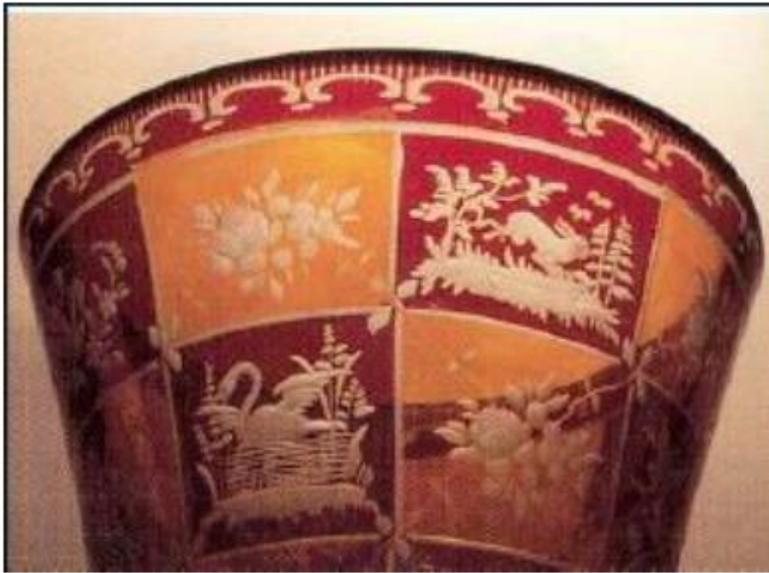
Данный феномен был запатентован учеными, открывшими его в семидесятых годах XX века – **Вильгельмом Бартхлоттом и Кристофом Найдуйсом.**

Способность к самоочищению относится не только к неорганическим загрязнениям (пыль, сажа, например), но и к загрязнениям биологическим (водоросли, микроорганизмы, споры, бактерии и пр.).

Другие примеры: *кактус, тюльпан, камыш, капуста* также обладают этим свойством, а еще некоторые насекомые, в частности, их крылья.

Благодаря точным микроскопам удалось раскрыть его природу. Оказалось, все дело в кутине – воскообразном веществе, состоящем из высших жирных кислот и эфиров. Это вещество располагается на поверхности листьев и цветков в виде своеобразных «шипов», которые и являют собой специфическую *наноструктуру.*





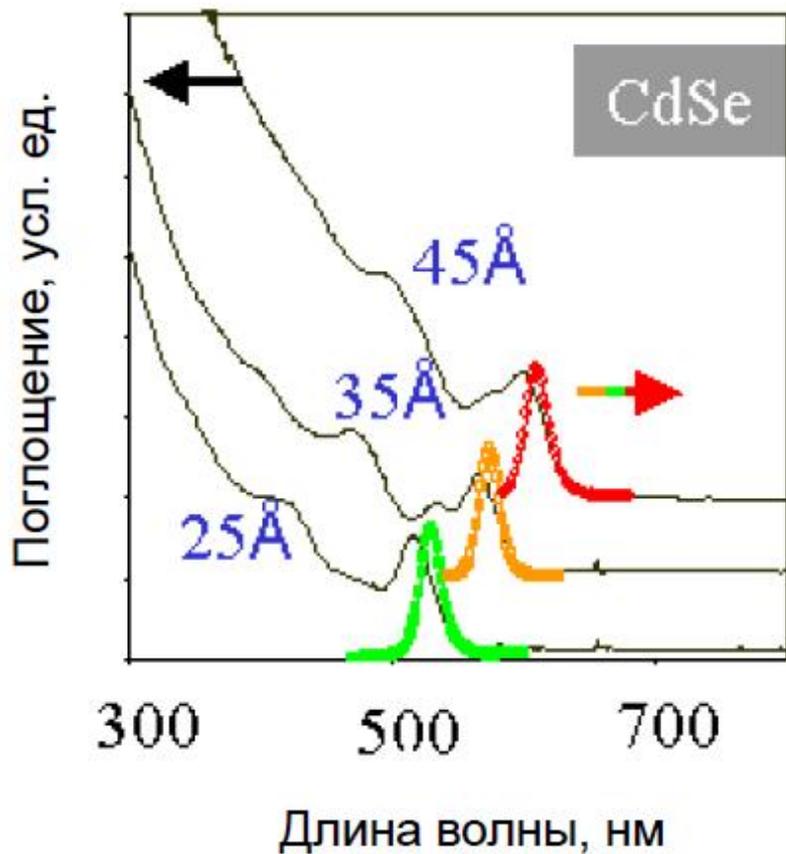
**Кубок Ликурга
(IV век, Национальный Британский
исторический музей)**

Окраска стекла обусловлена поглощением света в коротковолновом диапазоне наноразмерными частицами металла: красный цвет определяется присутствием наноразмерных частиц золота, желтый – серебра.

Нанесенные частицы (семь частей серебра и три части золота) размером **70 нм** освещают кубок зеленым в отраженном свете и красным при подсветке сзади



Оптические свойства наночастиц

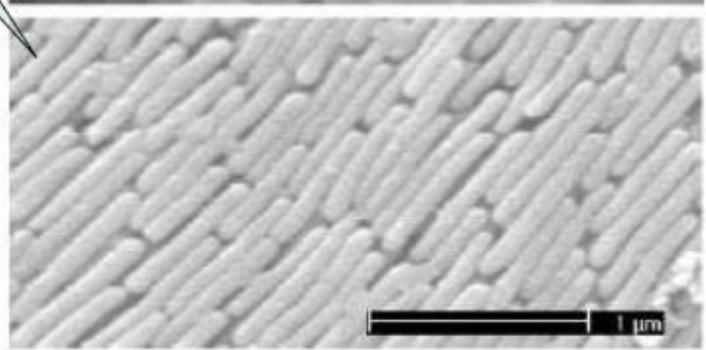
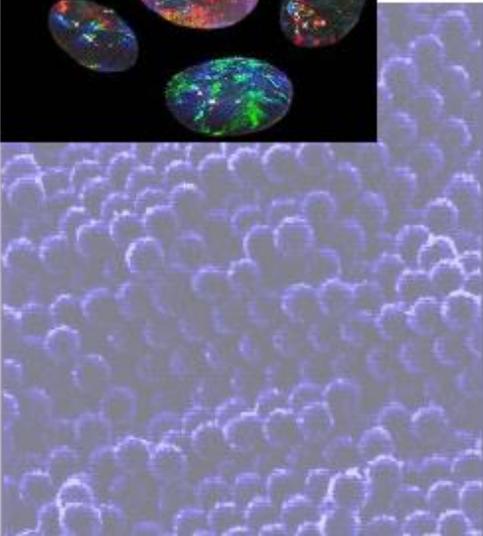
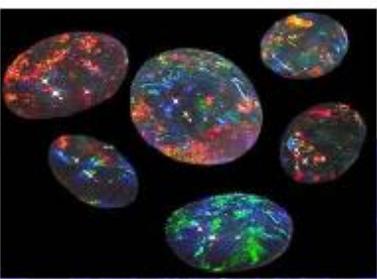
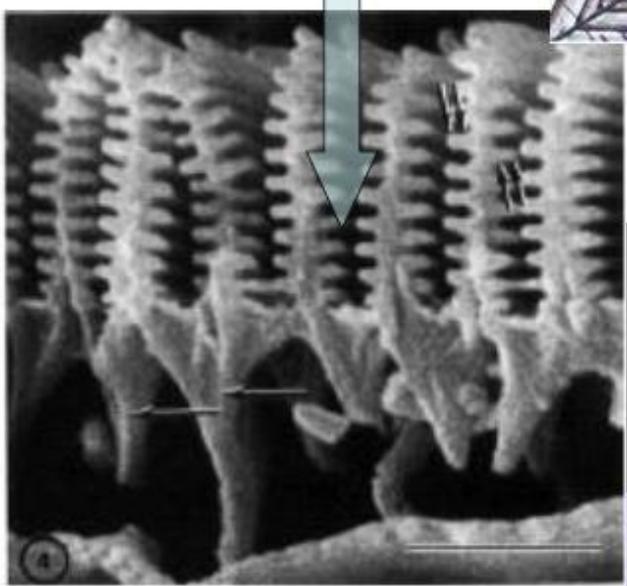
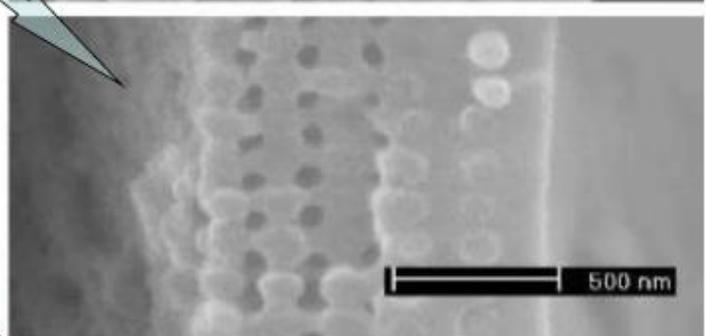
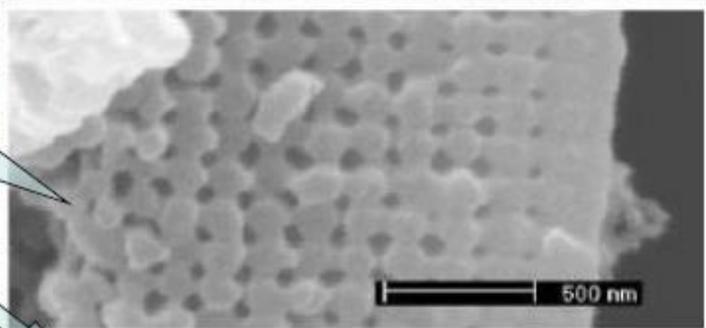
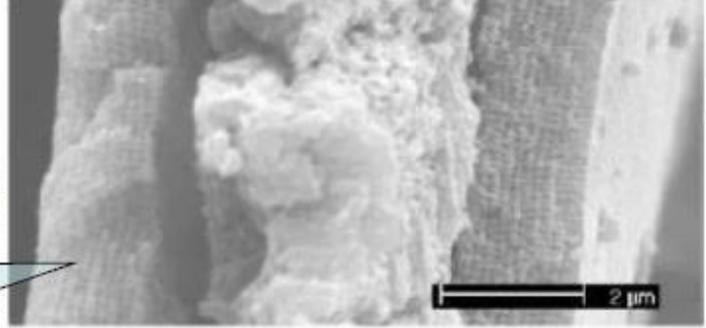
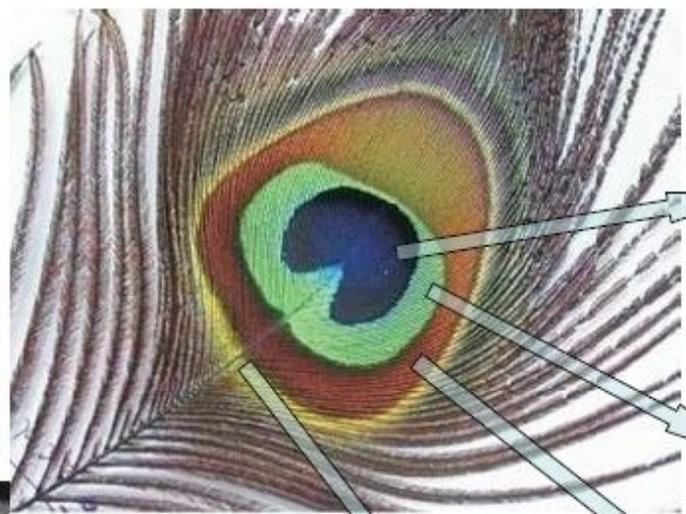


Интенсивность
люминесценции, усл. ед.

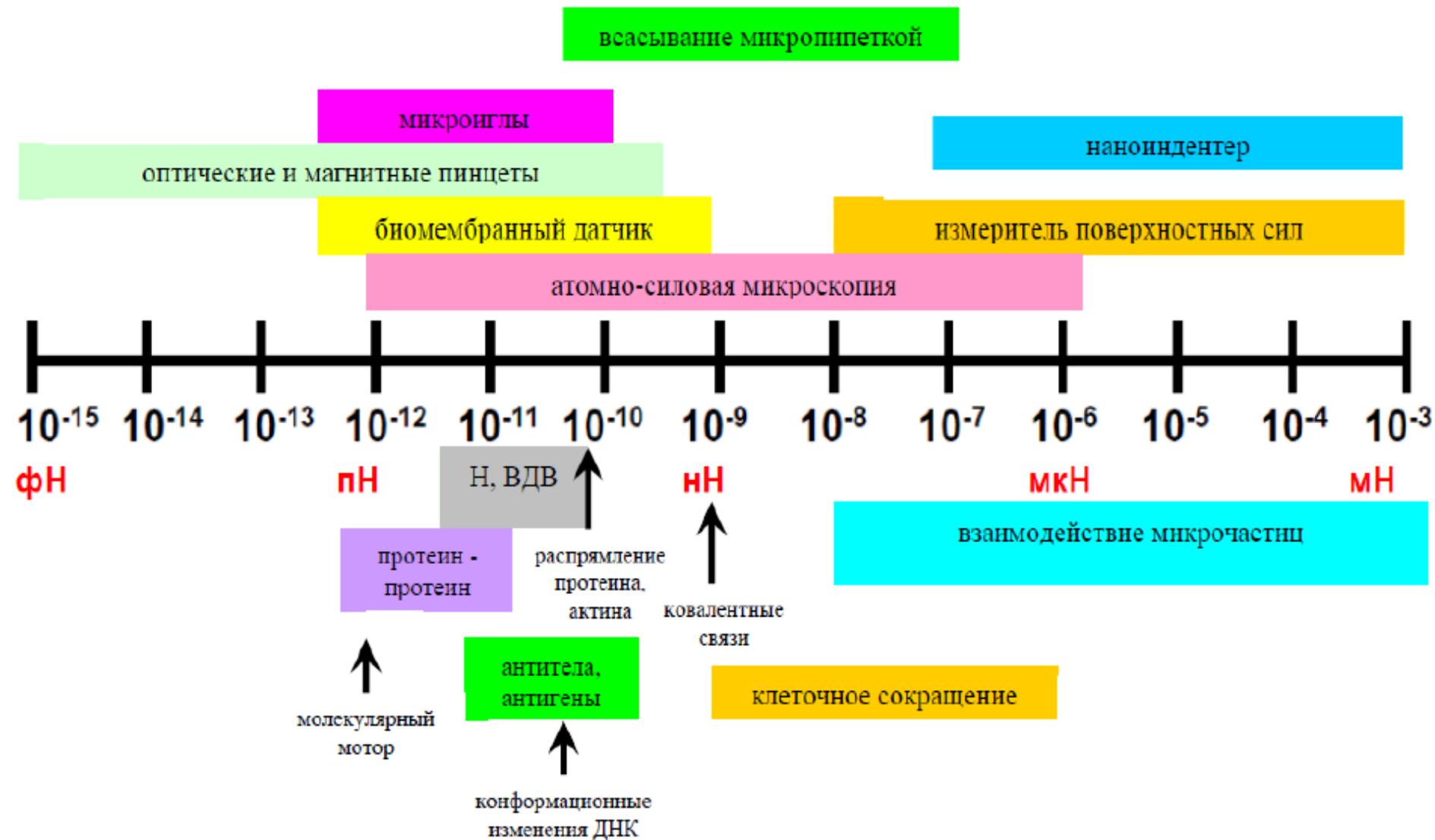


Спектры поглощения наноразмерных металлов и полупроводников сильно изменяются с размером частиц.

Фотонные кристаллы



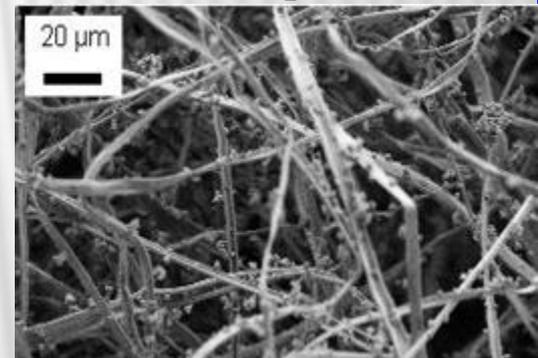
ХАРАКТЕРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ СИЛ В РАЗЛИЧНЫХ НАНОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ



ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ Aqua Vallis И ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ



Это новый фильтровальный материал на основе *нановолокон*, который позволяет удалять из водных сред *вирусы и бактерии, эндотоксины*, разные виды частиц: *неорганические и органические коллоиды* (тяжелых металлов, гуминовой кислоты), *органические красители, микроорганизмы*, размер которых во много раз меньше среднего размера пор фильтра (*0,03 мкм*).



Принцип действия основан на сочетании удаления любых патогенных микроорганизмов (вирусов, бактерий) с помощью сорбции и фильтрации и высокой скорости потока жидкости (0,2 - 1,0 см/с).



Применение:

- *производство водоочистителей и картриджей для систем водоподготовки;*
- *доочистка водопроводной воды от микробиологических загрязнений;*
- *системы различной производительности для получения воды общелабораторной, аналитической и реагентной степени чистоты;*
- *для фильтрации растворов в медицинских учреждениях;*
- *ультрафильтрация для микроэлектронной и химической индустрии.*

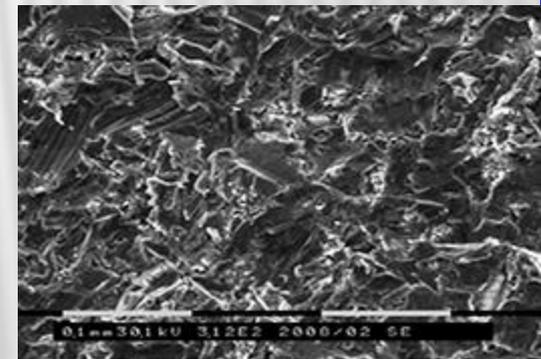
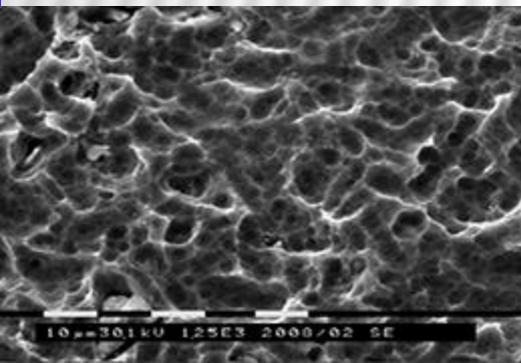
наноструктурный и субмикроструктурный титан медицинского назначения



Технология позволяет получать *наноструктурное и субмикроструктурное состояние* в титане с применением широко используемого промышленного оборудования (прессы, штампы, прокатные станы и т.п.).

Наноструктурный и субмикроструктурный титан не содержит токсичных для организма химических элементов, биосовместим, является прочным и пластичным, усталостная прочность.

Характерный размер зеренной-субзеренной структуры
до 100 нм и менее



Применение:

- производство имплантатов для дентальной имплантологии,
- производство имплантатов для челюстно-лицевой хирургии,
- производство имплантатов для травматологии.

ВИНТОВЫЕ ВНУТРИКОСТНЫЕ ИМПЛАНТАНТЫ ИЗ НАНОСТРУКТУРНОГО ТИТАНА

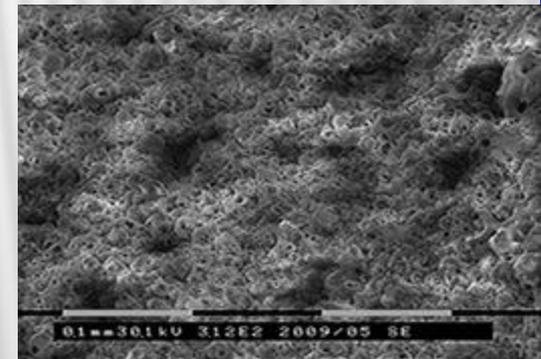
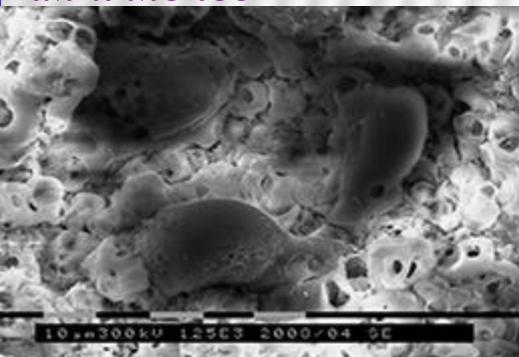


Наноструктура получена методом интенсивной пластической деформации предназначены для внутрикостной имплантации.

Наноструктурный и субмикроструктурный титан не содержит токсичных для организма химических элементов, биосовместим, является прочным и пластичным, коррозионно - стойкий.



Характерный размер зеренной-субзеренной структуры *до 100 нм и менее*



Применение:

- производство имплантатов для дентальной имплантологии,
- производство имплантатов для челюстно-лицевой хирургии,
- производство имплантатов для травматологии.

МАТЕРИАЛ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ (ЭПФ) ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВНУТРИКОСТНОГО ИМПЛАНТАТА



Предназначен для медицины, изготовлен из никелида титана (NiTi) с модифицированным поверхностным слоем, не содержащим никеля. Предназначен для обеспечения высокой коррозионной стойкости и биосовместимости с костными тканями стоматологических имплантатов, устанавливаемых через лунку свежееудаленного зуба.

Указанные свойства достигаются тем, что в результате *имплантации ионов молибдена, кислорода и углерода в поверхностном слое никелида титана* создается барьерный слой из материнской фазы с глобулярной *наноструктурой* (с размерами зерен ~100-200 нм) с большой концентрацией оксидов и карбидов титана и молибдена в виде *дисперсных выделений* (с размерами частиц ~10-20 нм).

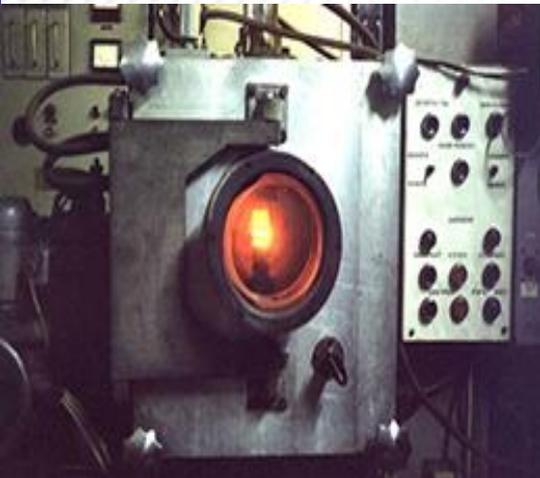


Применение:

- медицина, в том числе, стоматология, ортопедия, сосудисто-сердечная хирургия;
- для обработки деталей из титановых сплавов и никелида титана, предназначенных для длительной эксплуатации в морской и речной воде (судостроение, машиностроение).



НАНОТЕХНОЛОГИЯ И НАНОСТРУКТУРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



Разработана технология получения новых высокопрочных и высоковязких керамических материалов с *нанокристаллической структурой*, синтезированных из *нанокристаллических оксидных порошков на основе диоксида циркония, оксида алюминия и их гомогенных смесей*, полученных плазмохимическим способом.



Применение:

- автомобильная, авиакосмическая, нефтегазовая, химическая отрасли, машиностроение;
- для изготовления ножей и фильер для переработки пластмасс, резки химических волокон;
- для изготовления лезвий бытовых ножниц и медицинских скальпелей;
- для изготовления фильер протяжки проволоки, форсунок распылительных камер;
- для изготовления втулок клапанов, различного рода уплотнений;
- для изготовления износо-, коррозионно- и термостойких деталей (втулки клапанов, уплотнения, сопла, штуцеры, фильеры, крыльчатки)

ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ С НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ



Наноструктура в крупногабаритных заготовках титановых сплавов получена путем механотермической обработки с использованием методов интенсивной пластической деформации.

Применение:

- медицина, авиакосмическая промышленность, машиностроение;
- для изготовления высокопрочных изделий и элементов конструкций медицинского и технического назначения;
- волноводы высокоамплитудных акустических (ультразвуковых) систем различного назначения



ГИБРИДНАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ И УСТАНОВКА КОМБИНИРОВАННОЙ ИОННОПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ "ДИАНА-3"

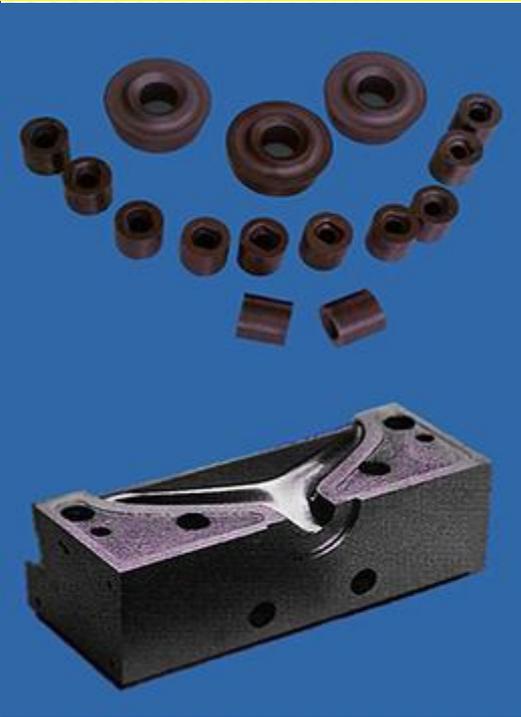


Нанотехнология и установка предназначены для **ионнопучкового наноструктурирования поверхностных слоев** деталей машин и механизмов, режущего инструмента, штамповой оснастки из высокопрочных конструкционных и инструментальных сталей и сплавов, сварных соединений, керамики, полимерных материалов и композитов.

Эффекты: кратное повышение долговечности и прочности, эрозионной, коррозионной, термоциклической стойкости, снижения коэффициента трения, повышение долговечности деталей авиационной и усталостной износостойкости, окислительной и стойкости, усталостной долговечности



ИОННО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ И ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА «КВАНТ»



Технология основана на создании *нанокompозитов* или *наноламинатов* на основе нитридов, карбидов, боридов или оксидов переходных металлов в поверхностном слое деталей. *Технология* позволяет получать самоупрочняемые при нагреве *наноструктурные покрытия*.

Установка оснащена двумя магнетронными распылителями металлов, ионным источником для предварительной поверхностной обработки подложек потоком ионов и сопровождения процесса осаждения ионной бомбардировкой, а также независимым резистивным нагревателем подложек.

Применение:

- *режущий инструмент*: для высокоскоростной обработки материалов, для обработки без смазочно-охлаждающей жидкости, для обработки упрочненных материалов;
- *пресс-формы* для формования лекарственных таблеток;
- *детали авиакосмической и автомобильной техники нефтехимического машиностроения*



ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И
ТЕХНИКИ В РФ:

БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ТЕРРОРИЗМУ;

ИНДУСТРИЯ НАНОСИСТЕМ;

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ;

НАУКИ О ЖИЗНИ;

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ВООРУЖЕНИЯ;

ВОЕННОЙ И СПЕЦТЕХНИКИ;

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ;

ТРАНСПОРТНЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ;

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ;

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ;

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РФ ОТ 7 ИЮЛЯ 2011 Г. N 899

ПЕРЕЧЕНЬ «КРИТИЧЕСКИХ»
(«КЛЮЧЕВЫХ») ТЕХНОЛОГИЙ РФ:
ГЕНОМНЫЕ, ПРОТЕОМНЫЕ И ПОСТГЕНОМНЫЕ,
КЛЕТОЧНЫЕ, **НАНО-**, БИО-,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ, КОГНИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ;
ТЕХНОЛОГИИ НАНОУСТРОЙСТВ,
МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ,
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА,
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ НА ОРГАНИЧЕСКОМ
ТОПЛИВЕ И ДР.

УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РФ ОТ 7 ИЮЛЯ 2011 г.
№ 899

**ПЕРЕЧЕНЬ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ) В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ
ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ
МОДЕРНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ**

***РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ
ОТ 3 НОЯБРЯ 2011 Г. N 1944-Р***

090900 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

140100 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

140400 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

140600 ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАЗМЕННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ

140700 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА

140800 ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ

141100 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

141200 ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА И СИСТЕМЫ
ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

150100 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛОВ

152100 НАНОМАТЕРИАЛЫ

152200 НАНОИНЖЕНЕРИЯ

160400 РАКЕТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И КОСМОНАВТИКА

160700 ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

161700 БАЛЛИСТИКА И ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

162300 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ

162500 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

190100 НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

190600 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

200100 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

200400 ОПТОТЕХНИКА

200500 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

200700 ФОТОНИКА И ОПТОИНФОРМАТИКА

201000 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

210100 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

210400 РАДИОТЕХНИКА

210700 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

211000 КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

220700 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

221000 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

222900 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

223200 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

230100 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

230400 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

231000 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

231300 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

240100 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

240700 БИОТЕХНОЛОГИЯ

241000 ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

**ПРОГРАММА
РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ В
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДО 2015 ГОДА**

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ:

- ОБЪЕМ ПРОДАЖ РОССИЙСКОЙ ПРОДУКЦИИ
НАНОИНДУСТРИИ СОСТАВИТ ОКОЛО
900 МЛРД. РУБЛЕЙ;

- ДОЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ
НАНОИНДУСТРИИ В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ПРОДУКЦИИ
НАНОИНДУСТРИИ, РЕАЛИЗОВАННОЙ НА МИРОВОМ
РЫНКЕ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ - ОКОЛО **3,0 %;**

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ:

- ОБЪЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ НАНОИНДУСТРИИ СОСТАВИТ
180 МЛРД. РУБЛЕЙ;

- ДОЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ, ПРОВОДЯЩИХ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОИНДУСТРИИ, В
ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ
ДО 39 ЛЕТ - 50%;

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ:

**- ОБЪЕМ РЫНКА НАНОПРОДУКЦИИ ВОЗРАСТЕТ
ДО 1,2-1,5 ТРЛН. ДОЛЛАРОВ США**

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ (ННС) И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕЕ ОРГАНИЗАЦИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ, МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ МИРОВОГО УРОВНЯ

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ (ННС) И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕЕ ОРГАНИЗАЦИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ, МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ МИРОВОГО УРОВНЯ

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- СОХРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАНОИНДУСТРИИ, В ТОМ ЧИСЛЕ СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОИНДУСТРИИ ТАЛАНТЛИВОЙ МОЛОДЕЖИ

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- **ПОДДЕРЖКА ПРОЕКТОВ С ВЫСОКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ
КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ И МЕЖДУНАРОДНОЙ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ И НАНОКОМПОЗИТНЫХ
КОНСТРУКЦИОННЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ, НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОФОТОНИКИ,
МИКРО- НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- **УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОДАЖ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НАНОИНДУСТРИИ,
ВОСТРЕБОВАННОЙ РЫНКОМ, В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ
ПРОДУКЦИИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ И РЕАЛИЗОВАННОЙ В
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НА ВНЕШНИХ РЫНКАХ**

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ТЕМАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КЛЮЧЕВЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ И ТЕХНИКИ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ, ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, ЗДРАВООХРАНЕНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, НАНОМАТЕРИАЛОВ, И ПРОДУКЦИИ ПОЛУЧЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, А ТАКЖЕ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБОРОНОСПОСОБНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ

НАНОИНДУСТРИИ В РОССИИ:

- ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ РЫНКОВ ПРОДУКЦИИ
НАНОИНДУСТРИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ИННОВАЦИОННОГО
ПРОЦЕССА В СФЕРЕ НАНОИНДУСТРИИ, ВКЛЮЧАЯ
НАУЧНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫСШИЕ УЧЕБНЫЕ
ЗАВЕДЕНИЯ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ

НАНОТЕХНОЛОГИЙ:

- **КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

- **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

- **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОКРЫТИЯ**

- **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ПРИМЕНЕНИЙ**

**(РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ, МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
НАНОМАТЕРИАЛОВ КАК КОМПОНЕНТОВ И МОДИФИКАТОРОВ
БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД)**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ:

**- НАНОТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ
МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ**

**- ЭЛАСТОМЕРЫ, НОВЫЕ ТИПЫ ГЕРМЕТИКОВ, РЕЗИН, КЛЕЕВ, ОГНЕ-
И ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ,
СМАЗОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ**

**- НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ И
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**- НАНОМАТЕРИАЛЫ И УСТРОЙСТВА НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И
НАНОФОТОНИКИ**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ:

- НАНОПОРОШКИ

**- НАНОСТРУКТУРНЫЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ С
ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ И ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**- КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АРМИРОВАННЫЕ, В ТОМ
ЧИСЛЕ, ВЫСОКОПРОЧНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ ТУГОПЛАВКИХ
СОЕДИНЕНИЙ Al_2O_3 , SiC , ZrO_2**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ:

- ВЫСОКОПРОЧНЫЕ, ХЛАДО- И КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ

**НАНОСТРУКТУРНЫЕ СТАЛИ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

- ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

- НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- АМОРФНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

**- НОВЫЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С
УЛУЧШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ
СВОЙСТВАМИ**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

МЕДИЦИНА

**- КОМПЛЕКСНЫЕ ВЫСОКОЧИСТЫЕ ВАКЦИНЫ, БЫСТРО АДАПТИРУЕМЫЕ
К МУТИРУЕМЫМ ВИРУСАМ**

**- ТЕСТ-СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БИОЧИПОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
ТУБЕРКУЛЕЗА, ВИЧ, ГЕПАТИТОВ В И С, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ И
ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ**

**(СУЩЕСТВУЮЩИЙ В РОССИИ ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА СОСТАВЛЯЕТ 1 МЛН.
В ГОД, ПОТРЕБНОСТЬ – 30 МЛН. В ГОД.)**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ

НАНОТЕХНОЛОГИЙ

МЕДИЦИНА

- **НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ КОСТНОЙ ХИРУРГИИ**

- **ВНУТРИКОСТНЫЕ ИМПЛАНТАНТЫ С БИОАКТИВНЫМИ НАНОКЕРАМИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ, СПОСОБСТВУЮЩИМИ БЫСТРОМУ ВЖИВЛЕНИЮ И ЗАКРЕПЛЕНИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ В ПОВЕРХНОСТИ ИМПЛАНТАТОВ**

(СУЩЕСТВУЮЩИЙ В РОССИИ ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА СОСТАВЛЯЕТ 3 ТЫС. ШТ., ЕЖЕГОДНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ – 100 ТЫС. ШТ.)

- **ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ (В ЧАСТНОСТИ, ПРЕПАРАТ «ФОСФОГЛИВ» ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ В И С)**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ

НАНОТЕХНОЛОГИЙ

ЭКОЛОГИЯ

- ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЕ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ, АТОМНОЙ, НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ВЫДЕЛЕНИЯ ЦЕННЫХ (ИЛИ ТОКСИЧНЫХ) КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД

- МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ (ДЛЯ АТОМНОЙ, АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ, МЕДИЦИНСКОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ, ПИЩЕВОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ), В ТОМ ЧИСЛЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕГКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В СФЕРЕ

НАНОТЕХНОЛОГИЙ

ЭНЕРГЕТИКА

- СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ ПРОВОДА И КАБЕЛИ ДЛЯ АТОМНОЙ ТЕХНИКИ, А ТАКЖЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОВОДА, СОЧЕТАЮЩИЕ ВЫСОКУЮ ПРОЧНОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ

- НАНОСТРУКТУРНЫЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

(СЕГОДНЯ ПРОИЗВОДИТСЯ 2,5 ТОННЫ В ГОД ПРИ ЕЖЕГОДНОЙ ПОТРЕБНОСТИ НЕ МЕНЕЕ 60 ТОНН)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В

СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

**- ОСОБО ВЫСОКОПРОЧНЫЙ КРЕПЕЖ (БОЛТЫ, ВИНТЫ И ГАЙКИ
ДИАМЕТРОМ ОТ 6 ДО 14 ММ) ИЗ НОВОЙ МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ С
НАНОРАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРОЙ**

**- ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫЙ КРЕПЕЖНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**- РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ИЗ НАНОАЛМАЗНОГО ПОРОШКА ДЛЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В

СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

НАНОЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФОТОНИКА

- ГЕТЕРОСТРУКТУРНАЯ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА, ОСНОВАННАЯ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

(СРЕДСТВ СВЯЗИ, СОТОВАЯ ЦИФРОВАЯ ТЕЛЕФОНИЯ,

ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ИНТЕРНЕТ, СПУТНИКОВАЯ И

ОПТОВОЛОКОННАЯ СВЯЗЬ, ЦИФРОВОЕ ТВ, БЕСПРОВОДНЫЕ

СИСТЕМЫ СВЯЗИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА, СОВРЕМЕННЫЕ

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ВООРУЖЕНИЯ (БОРТОВЫЕ И НАЗЕМНЫЕ

РАДИОЛОКАТОРЫ, СРЕДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ)

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ РОССИИ В
СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

НАНОЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФОТОНИКА

- ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЛАЗЕРЫ

**(ПРИМЕНЯЮТСЯ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ И КОСМИЧЕСКИХ
ЛИНИЯХ СВЯЗИ, МЕДИЦИНЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
ОБОРУДОВАНИИ)**

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Последовательный рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный спектрометр ShimadzuXRF-1800



Применение:

- качественный и количественный элементный анализ;
- картирование распределения элементов с шагом 250 мкм;
- локальный анализ в точке диаметром 500 мкм с помощью микро коллиматоров и встроенной цифровой камеры;
- определение толщины и элементного состава плёнок органической природы;
- определение толщины и элементного состава неорганических покрытий

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-6000

Применение:

- стандартный рентгеноструктурный анализ поликристаллических материалов;
- качественный анализ напряженно-деформированного состояния материалов, параметров структуры и фазового состава объемных и компактных материалов, порошков и тонких пленок;
- компьютерный анализ остаточного аустенита в сталях;
- обработка рентгенограмм с помощью компьютера;
- использование электронных баз данных и библиотек стандартных спектров и проводится идентификация химического соединения основного компонента порошка, возможна качественная идентификация его примесей



АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

ИК – Фурье спектрофотометр Shimadzu IRAffinity-1



Применение:

- качественный и количественный анализ микропримесей, нефтепродуктов, геологических образцов, медицинских препаратов, плёнки;
- для заводских, криминалистических и исследовательских лабораторий
- точность установки волновых чисел при снятии ИК-спектров обеспечивается включением в оптическую схему прибора высокомонохроматического источника излучения (He-Ne лазера)

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Лазерный анализатор размеров частиц Mastersizer 2000



Применение:

- измерение размеров частиц эмульсий, суспензий и порошкообразных материалов в сухом виде;
- измерение размеров частиц в диапазоне от 0,02 до 2000 мкм в мокром и сухом виде.

Принцип работы лазерного анализатора размеров частиц основан на явлении рассеяния/дифракции лазерного излучения на частицах суспензии

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Прибор для синхронного термического анализа Setaram LabSys Evo

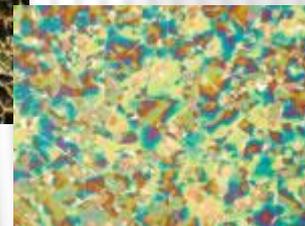
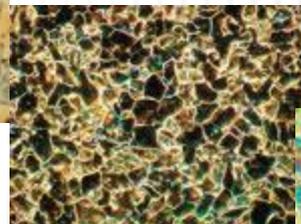


Применение:

- термический анализ, позволяющий при изменении температуры с заданной скоростью одновременно регистрировать температуру вещества и его массу, а также скорость изменения этих величин;
- позволяет синхронно проводить синхронный термический анализ, дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК), дифференциальный термический анализ (ДТА), термогравиметрию (ТГ)

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

**Оптический
металлографический
микроскоп OLYMPUSGX-51**



Применение:

- получение в отраженном свете светлопольных изображений микроструктуры, а также изображений в поляризованном свете.

Прибор оснащен цифровой металлографической камерой и специальным программным обеспечением Siams Photolab 700

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Растровый электронный микроскоп

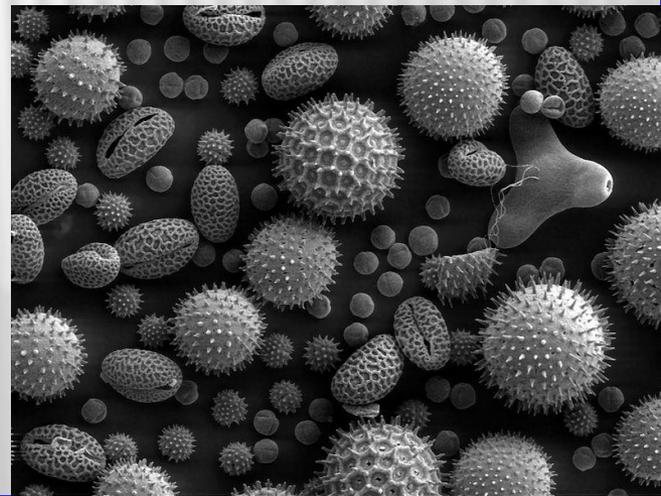


Применение:

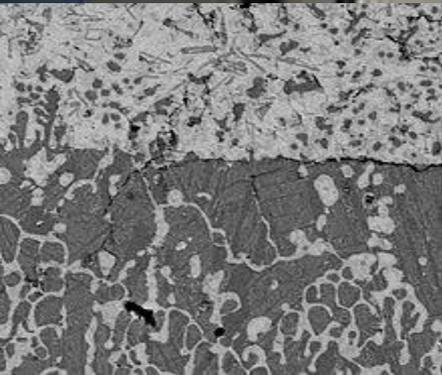
• для получения изображения поверхности объекта с высоким (до 0,4 нанометра) пространственным разрешением, также информации о составе, строении и некоторых других свойствах приповерхностных слоёв.

Работа основана на принципе взаимодействия электронного пучка с исследуемым объектом.

Микрофотография пыльцы



Микрофотография
интерфейса между
оксидной (темные поля) и
металлической (светлые
поля) составляющими



АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Универсальная испытательная машина ИК -500.1



Применение:

- для статических испытаний образцов металлов и сплавов на растяжение при нормальной температуре (20 ± 10)°С

Оснащена компьютерной системой измерения, что позволяет:

- вести процесс испытания в полуавтоматическом режиме;
- автоматически производить обработку результатов испытания согласно и выдачу их в виде протокола и диаграммы;
- сохранять информацию об испытании в электронном журнале

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Станок абразивный отрезной Metacut-M250



Применение:

- для мокрого абразивного резания больших и малых, правильной или неправильной формы деталей из металла, керамики или композитных материалов

АППАРАТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ

Станок шлифовально-полировальный двухдисковый Forcipol 2



Применение:

- для шлифовки, притирки и полировки с диском и тканью мелких частиц вещества