**Научная конференция «Эпоха нанотехнологий – третья научно-техническая революция» (слайд 1)**

Оформление:

1. **Плакаты:**

* Эпоха нанотехнологий – третья научно-техническая революция
* «Там внизу много места. Приглашение в новый мир физики» ***Ричард Фейнман***
* *«Стало ясно, что не нужно пытаться бороться с природой, а надо эту природу изучать, радоваться ей и просто следовать тому, что она сама хочет сделать. А сама она как раз очень хочет сделать наноструктуры, правда, размеры, плотности, относительное расположение нанообъектов она хочет определять сама****» Н.Н. Леденцов, профессор, член-корреспондент Российской Академии Наук***
* «Природа производит всё из основ, незначительных по величине, но мощных по своему качеству»

1. **Столы с табличками**: ведущие, теоретики, НИИ нанотехнологий, НИЦ инструментов нанотехнологий, институт электроники РАН, лаборатория оптоэлектроники, РАМН, РОС НАНО, предприятие «Нанотекстиль», центр «Биоинженерия» РАН, корпорация «Роснанотех»
2. **Мультимедийный проектор**, презентация выступлений
3. **Микрофон** (2 шт)

**ВЕД 1**

Развитие человеческой цивилизации связанно с освоением новых материалов. Первые материалы, которые освоил человек – дерево и камень. Орудия труда и охоты, изготовленные из этих материалов, позволили человеку успешно выживать в диком первобытном мире. Затем человек научился выплавлять медь и бронзу. Орудия труда и охоты стали более совершенными, человек стал «хозяином» окружающего мира. Освоение железа позволило человечеству создать и развить промышленность и совершить огромный скачок в своем развитии.

Достижения электроники перевернули образ жизни современного человека. Мы уже не мыслим свое существование без компьютера, сотового телефона, телевизора, космической техники… Развитие электроники произошло благодаря успешному освоению человеком нового материала – кремния.

Придумывая и развивая новые способы получения и обработки материалов, человек создавал новые технологии. Слово «технология» произошло от греческих слов «techne» – искусство, мастерство, умение и «logos» – наука (слайд 2)

Задача технологии – превратить знания человека о мире и природе в продукт, необходимый и полезный для человека (слайд 2)

В процессе обработки материалов и производства продукции человек осваивает материалы различного геометрического размера (слайд 3)

*Макроскопическими* («macro» – большой) называют объекты, которые человек видит невооруженным глазом. В течение тысячелетий человек использовал в быту и технике макроскопические тела, состоящие из большого числа атомов, будь это каменный топор или авиалайнер. Дерево, кошка, стул и т.д. – это объекты макроскопического мира. Технологии изготовления чашки, топора, автомобиля и т.д. – это технологии макроскопического мира.(слайд 3)

С изобретением оптического микроскопа человек открыл для себя объекты микромира.

*Микроскопическими* («micro» – маленький) называют объекты, размер которых лежит в диапазоне 1-100 мкм. Единица длины в 1 мкм равна одной миллионной доле метра. Биологическая клетка, эритроцит крови и т.д. – это объекты микромира. Получение электронных микросхем, генная модификация – это примеры технологий микромира. (слайд3)

*Нанометровыми* называют объекты размером от 1 до 100 нм. Нанометр – одна миллиардная доля метра. (слайд 3)

Человек всегда стремится создавать удобные для себя технические устройства. Очень часто удобство связано с уменьшением размеров того или иного устройства. Согласитесь, что плоский телевизор удобнее телевизора кубической формы. Если первые компьютеры занимали несколько комнат, то современный компьютер легко помещается в сумке или кармане одежды. Развитие современных технологий часто сопровождается процессом *миниатюризации* – уменьшением размеров продукта технологии.

Сегодня нанотехнологии являются продолжением современных микроэлектронных, оптических, биологических и других технологий.

**ВЕД 2**

Наша сегодняшняя конференция посвящена знакомству с самойсовременной технологией и её применением в настоящем и будущем. Технология, которая произвела третью научно-техническую революцию. Речь пойдёт о **нанотехнологии.**

В конференции принимают участие представители различных направлений изучения и практического применения нанотехнологий: теоретики, учёные, технологи, представители различных ведомств, специалисты НИИ, сотрудники лабораторий, представители РАН

**ВЕД 1**

Первое упоминание методов, которые впоследствии будут названы нанотехнологией, связывают с известным выступлением Ричарда Фейнмана «Там внизу много места. Приглашение в новый мир физики», сделанным в 1959 году в Калифорнийском технологическом институте на ежегодной встрече Американского физического общества. Он сказал: «Насколько я вижу, принципы физики не запрещают манипулировать отдельными атомами». (слайд 4). Он ввел понятие нанотехнологии как совокупности методов производства продуктов с заданной атомарной структурой путем манипулирования атомами и молекулами.

Термин «нанотехнология» является русским эквивалентом английского словосочетания «nanotechnology». Нанотехнологии имеют дело с материалами и объектами размером менее 100 нм (слайд 4)

**ВЕД 2.**

Первыми у нас выступят теоретики, которые расскажут о наноматериалах и технологиях их получения и мы предоставляем им слово. - 5 выступлений

**Теоретик 1**

В природе встречаются материалы, имеющие структуру шара, иглы, диска, снежинки, дерева, нити, ракушки и т.д. Наноматериалами называют материалы, обладающие структурой нанометрового размера. (слайд 5)

Замечено, что при переходе вещества от макроразмеров к наноразмерам происходит резкое изменение их свойств. Свойства атомов, находящихся вблизи поверхности, отличаются от свойств атомов, находящихся в объеме материала, поэтому поверхность материала можно рассматривать как особое состояние вещества. Чем больше доля атомов, находящихся на поверхности, тем сильнее эффекты, связанные с поверхностью.

В настоящее время технологи научились получать достаточно большое число разнообразных наноматериалов. Это *наночастицы, нанокластеры, фуллерены, нанотрубки и нановолокна, нанопорис­тые структуры, нанодисперсии, наноструктурированные поверхности и пленки, нанокристаллические материалы (слайд 6)*

**Наночастицами** называют частицы, размер которых меньше 100 нм. Наночастицы состоят из миллиона или меньшего количества атомов, и их свойства отличаются от свойств объемного вещества, состоящего из таких же атомов. Многие физические законы, справедливые в макроскопической физике, для наночастиц нарушаются. Например, несправедливы известные формулы сложения сопротивлений проводников при их параллельном и последовательном соединении. Вода в нанопорах горных пород не замерзает до –20…–30 °С, а температура плавления наночастиц золота существенно меньше по сравнению с массивным образцом. Существуют эффектные примеры влияния размеров частиц на свойства вещества – электрические, магнитные, оптические. Например, цвет рубинового стекла зависит от содержания и размеров частиц золота. Коллоидные растворы золота могут дать целую гамму цвета – от оранжевого (размер частиц меньше 10 нм) и рубинового (10-20 нм) до синего (около 40 нм).

**Теоретик 2**

Наночастицы, размер которых меньше 10 нм, называют нанокластерами. Слово кластер произошло от английского «cluster» – скопление, гроздь. Обычно, в нанокластере содержится до 1000 атомов.

Кластеры делят на газовые и твердотельные. Чтобы получить газовые кластеры, надо резко охладить газ при высоком давлении.

Для получения твердотельных кластеров поверхность твердого тела облучают лазерным лучом или пучком заряженных частиц (электронов или ионов) с большой кинетической энергией. С поверхности материала при этом вылетает некоторое количество макроскопических капель, отдельные частицы и кластеры разных размеров.

Для нанотехнологии в целом характерно использование «достижений» живой природы,

сформировавшихся за миллионы лет эволюции.

Форма некоторых нанокластеров удивительно напоминает цветы, деревья, шишки, что подтверждает единство процессов самоорганизации в неживой и живой природе

( слайд 7)

*( слайд 8) Н.Н. Леденцов в популярном докладе в лектории Физико-технического института Российской Академии Наук сказал : «Стало ясно, что не нужно пытаться бороться с природой, а надо эту природу изучать, радоваться ей и просто следовать тому, что она сама хочет сделать. А сама она как раз очень хочет сделать наноструктуры, правда, размеры, плотности, относительное расположение нанообъектов она хочет определять сама».*

Свойства кластеров отличаются от свойств макроскопических тел. Особенности физических и химических свойств кластеров связаны с тем, что в них возрастает роль поверхностных атомов. Для небольших кластеров практически все атомы «поверхностные», этим объясняется их повышенная химическая активность. Но отличие может быть не только количественное. Выяснилось, например, что кластер плавится при существенно более низкой температуре, чем массивное твердое тело, и точка плавления не совпадает с точкой замерзания. В некоторых условиях кластеры могут иметь отрицательную теплоемкость: при сообщении некоторого количества теплоты их температура не возрастает, а, наоборот, падает за счет перестройки структуры. Кластеры металла, в зависимости от размеров, могут быть диэлектриками, полупроводниками, проводниками. Малые размеры нанокластеров позволяют управлять их физическими свойствами при малых воздействиях. Например, молекулярный оксидно-металлический кластер, размеры которого в 10 тысяч раз меньше толщины человеческого волоса, может оказаться основой молекулярной памяти: для этой частицы добавление всего одного электрона заметно изменяет его физические свойства, такие как электропроводность, электроемкость.

Физические и химические свойства кластера можно целенаправленно изменять, вводя в него атомы других элементов. (слайд 9)

Подобные кластеры считаются перспективными для получения эффективных катализаторов, для использования в квантовых компьютерах и пр. «Играть» свойствами кластеров можно также за счет их взаимодействия друг с другом или со средой, в которой они находятся. Изучение кластеров помогает понять, как формируются свойства макроскопических тел, сколько частиц должно объединиться, чтобы их ансамбль обладал характеристиками макроскопических образцов.

**Теоретик 3**

Кластеры нашли широкое применение, прежде всего в микроэлектронике. Один из наиболее популярных объектов – кластеры, которые называются **квантовыми точками**. На их основе разработаны технологии нового поколения полупроводниковых приборов, лазеров, диодов, ячеек солнечных батарей и т.д.. Квантовые точки представляют собой регулярные «островки» полупроводника на поверхности другого полупроводника (слайд 10). Например, на поверхности GaAs (галлий-мышьяк) выращивают квантовые точки из InAs. (индий – мышьяк). Полупроводниковые квантовые точки имеют размер в несколько десятков нанометров и содержат тысячи и сотни тысяч атомов

На основе квантовых точек были созданы миниатюрные источники света с высоким коэффициентом полезного действия. Квантовые точки поглощают ультрафиолетовое излучение, возбужденное лазером, и переизлучают его уже в видимом диапазоне с высоким коэффицентом полезного действия (55%), который предполагается увеличить почти до 100%. Изменяя размеры и состав квантовых точек, можно получать светодиоды с разным цветом излучения.За вклад в развитие информационных технологий академику Ж.И. Алферову, в лаборатории которого разработана технология получения квантовых точек, была вручена Нобелевская премия по физике в 2000 году

**Теоретик 4**

Углерод является неметаллическим химическим элементом. Он широко распространен, составляет основу живой природы, но содержание его в земной коре всего 0,19%.(слайд 11) Углерод имеет четыре модификации – алмаз, графит, карбин и фуллерен. В последние годы обнаружены новые модификации углерода: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, уникальные свойства которых открывают большие возможности в области нанотехнологий

Одной из аллотропических форм углерода является графит, сильно отличающийся от алмаза по свойствам. Графит – мягкое черное вещество из легко слоящихся плоскостей, называемых графеновыми. Хотя графит известен с незапамятных времен, изолированные графеновые плоскости научились получать и исследовать только в 2004 году. Профессор А. Гейм совместно с группой доктора наук К.С. Новоселова (Черноголовка, Россия) сумели получить материал толщиной в один атом углерода. Этот материал, называется графеном. (слайд 12)

Свойства графена оказались совершенно удивительными. Графен позволяет создавать транзисторы и другие полупроводниковые приборы очень малых габаритов (порядка нескольких нанометров). Уменьшение размеров транзистора приводит к изменению его свойств.

В 1985 году была открыта ранее неизвестная форма углерода – фуллерены

**Фуллерены** – кластеры из более чем 40 атомов углерода, по форме представляющие шароподобные кар­касные структуры, напоминающие по форме футбольный мяч. Фуллерены получили свое название в честь архитектора Фуллера, который придумал подобные структуры для использования их в архитектуре.

Одним из явлений, наблюдаемых в твердых материалах на основе фуллеренов, является *сверхпроводимость*, причем температура перехода в сверхпроводящее состояние достаточно высока. Еще в 1991 году было установлено, что при легировании твердого углерода небольшим количеством щелочного металла образуется материал с металлической проводимостью, который при низкой температуре переходит в сверхпроводящее состояние.

В 1991 году японский ученый Сумио Иидзима обнаружил длинные углеродные структуры, получившие название ***нано­трубок***. (слайд 13)

Графеновые плоскости могут при определенных условиях сворачиваться в трубки. Эти образования и были названы ***углеродными нанотрубками***. УНТ – это полые продолговатые цилиндрические структуры диаметром порядка от единиц до десятков нанометров и длиной порядка десятков микрон

Идеальная нанотрубка представляет собой свернутую в цилиндр графеновую плоскость. Формы углеродных нанотрубок очень разнообразны. Они могут быть одностенными или многостенными (однослойными или многослойными), прямыми или спиральными, длинными и короткими и т. д. Нанотрубки необыкновенно прочны на растяжение и на изгиб. Под действием больших механических напряжений они не рвутся, не ломаются, а просто перестраивают свою структуру. УНТ обладают важными для практического использования свойствами: они способны проводить ток очень высокой плотности. Поэтому во всем мире ведутся интенсивные исследования их свойств, что расширяет область их практического использования.

**Фуллерены и нанотрубки** – наиболее исследуемые объекты нанотехнологий, обладающие рядом удивительных свойств и получившие широкое применение в науке и технике. Углеродные нанотрубки очень прочны. Было подсчитано, что трос, изготовленный из углеродных структур, может быть спущен со спутника на Землю, и по нему может двигаться лифт. При этом углеродные структуры являются единственным материалом, трос из которого не порвется под собственной тяжестью.

**Применение углеродных нанотрубок :**

1. Химические и биохимические сенсоры.

2. Углеродные нанотрубки обладают важным свойством – способностью изменять свою проводимость при введении чужеродного атома или молекулы. Это можно использовать для определения концентрации химических веществ в пространстве, окружающем нанотрубку.

3. Интенсивно исследуется создание на основе УНТ суперконденсаторов, литиевых батарей и других приборов.

4. Ученые исследуют другие удивительные возможности применения УНТ. Например, матрицы из углеродных трубок способствуют заживлению травм головного мозга

**Теоретик 5**

Под понятиями «атом» и «молекула» мы представляем минимальные строительные «кирпичики», из которых строится вещество. Оказывается, вещество можно строить не только из кирпичей, но и из целых блоков. В качестве блоков могут выступать нанокластеры и наночастицы. Кристаллические материалы, состоящие из наноразмерных блоков, называются **нанокристаллическими материалами**. Нанокристаллические материалы могут обладать рядом уникальных характеристик. Мы привыкли, что если материал является прочным, то он обладает таким свойством, как хрупкость. Примером очень прочного, но хрупкого материала является стекло. Но, оказывается, ряд нанокристаллических материалов обладает хорошей прочностью и пластичностью одновременно.

В последние годы достигнут значительный прогресс в получении **нанокристаллов.** Используя методы коллоидной химии, удалось получить в нанокристаллической форме многие известные вещества, в том числе металлы, полупроводники и магнитные материалы. (слайд 14)

Термин ***«фотонный кристалл»*** появился в 80-х годах ХХ века. Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки, в них периодически изменяется коэффициент преломления электромагнитных волн. Фотонные кристаллы получат широкое применение в качестве *световодов*. В последние 10-15 лет число научных работ и проектов по фотонным кристаллам резко увеличилось, в основном из-за больших технических возможностей этих структур. Повышенный интерес к фотонным кристаллам и устройствам на их основе проявляют ведущие предприятия высоких технологий и военно-промышленный комплекс, т.к. появилась возможность создания оптических микросхем по аналогии со схемами микроэлектроники. Открылась возможность принципиально новых способов хранения, передачи и обработки информации на базе материалов нового типа, определены пути реализации оптических компьютеров. Предполагается создание *лазеров* нового типа с низким порогом генерации.

Ещё одна область применения фотонных кристаллов – повышение на порядок эффективности ламп накаливания. В настоящее время только 5% энергии, выделяемой лампой накаливания, попадают в диапазон видимой части света, остальная энергия выделяется в виде ненужного и даже вредного тепла ( например, вольфрамовая нить, которая нагревается до 2000оС)

Фотонные кристаллы должны иметь очень однородную структуру. Поэтому японские ученые планируют отработать их технологию в условиях невесомости на космической станции.

Пленки или слои, собранные из полупроводниковых материалов, называют **гетероструктурами**. Гетероструктура может состоять из последовательности десятков полупроводниковых слоев толщиной в несколько нанометров. Полупроводниковые гетероструктуры используются для создания ярких светодиодов, лазеров и других полупроводниковых приборов современной микроэлектроники.

**ВЕД 2**

В последние годы нанотехнология стала рассматриваться не только как одна из наиболее многообещающих ветвей высокой технологии, но и как фактор экономики 21 века – экономики, основанной на знаниях, а не на использовании природных ресурсов или их переработке. В традиционных технологиях изделие получают путем отсечения излишнего материала от более массивной заготовки, а в нанотехнологиях идут от отдельных атомов — к изделию, совершенно новый тип технологий. О технологии получения наноматериалов расскажет **специалист НИИ нанотехнологий.**

**Существует 2 технологии получения наноматериалов (слайд 15)**

**Технология «Сверху вниз» -** уменьшение размеров тел механической или иной обработкой до получения нанометровых объектов. В основе технологии лежит литография (слайд16)

Литография – создание наноструктур на поверхности твёрдого тела (слайд 17)

*С греческого:* «литос»- камень, «графо» - пишу

Этапы литографии: 1.Фоторезист 2. Экспонирование 3. Травление (слайд 18)

В процессе литографии происходит следующее: (слайд 19)

1.Фоторезист - нанесение на поверхность образца светочувствительного вещества

2. Экспонирование - облучение оптическим источником излучения (лампа или лазер) образца с нанесенным фоторезистом и наложенным сверху фотошаблоном

3. Травление - растворение химическими веществами поверхности, изменившую структуру под действием облучённого фоторезиста

**Технология «Снизу вверх» -** *получение наноразмерного объекта путём сборки из отдельных атомов и молекул*. В основе технологии лежит э*питаксия (слайд 20)*

*С греческого: «epi»-на,над; «taxis» - расположение, порядок (слайд 21)*

Основа эпитаксии – конденсация – получение наночастиц в процессе заморозки фазового перехода на начальной стадии

Последовательность эпитаксии: (слайд 22)

1. *Испарение отдельных атомов из макроскопического тела за счёт термического или лазерного подогрева*

*2. перевод испарённых атомов в область низких температур*

*3. Конденсация атомов в наночастицы*

*4. Наложение этих атомов на кристалл*

Применение эпитаксии – это получение фуллеренов, углеродных трубок, нанокластеров,

наночастиц различного размера (слайд 23)

В основе технологий получения наноматериалов лежит самоорганизация и самосборка, происходящая в природе (слайд 24)

**Инструменты нанотехнологий**  (слайд 25)

**ВЕД 2**

Получить наноматериал, нанообъект - это только половина дела, иногда даже не самая главная. Вторая половина - изучить то, что было получено. Это важно для того, чтобы доказать себе и другим, что имеешь дело именно с наноматериалом, причем именно тем, который хотел получить.. Разработка современного оборудования, используемого при анализе наноматериалов, явилась своеобразным ускорителем в создании наноматериалов. Можно даже сказать, что создание новых приборов и возможность увидеть нанолмир дала толчок развитию нанотехнологий вообще. В любом случае, следует знать и понимать основные методы исследований, которые существуют в области нанотехнологий. Об этом нам расскажет **сотрудник научно-исследовательского центра инструментов нанотехнологий**

Минимальный размер объектов, доступный человеческому глазу, составляет на расстоянии наилучшего зрения, равном 25 см, величину порядка 0,1 мм. Для изучения более мелких объектов применяются различные оптические приборы – как простейшие, например лупа, так и более сложные, состоящие из нескольких линз – оптические микроскопы. Современные оптические микроскопы дают увеличение в 1500 раз, это означает, что с их помощью можно различать объекты размером в сотни нанометров.

В тридцатые годы XX века была предложена схема микроскопа, использующего для построения изображения вместо световой волны поток электронов. Изобретение такого **электронного микроскопа** стало возможным вследствие бурного развития квантовой механики

**Просвечивающий электронный микроскоп** (слайд 26) имеет несколько принципиальных особенностей: поскольку электронный поток сильно поглощается веществом, то внутри установки должен быть создан вакуум; по этой же причине исследуемый образец должен быть очень тонким (порядка 100 нм, и его изготовление является сложной задачей). Разрешающая способность просвечивающих электронных микроскопов достигает 0,05 нм, что даёт возможность получать изображения отдельных атомов и молекул.( слайд 27)

От проблемы подготовки образца свободен **растровый (сканирующий) электронный микроскоп(слайд 28)** Разрешающая способность растровых электронных микроскопов достигает в настоящее время 0,2 нм.

**Ещё один инструмент наблюдения - ионный проектор** - безлинзовый ионно-оптический прибор для получения увеличенного в несколько миллионов раз изображения поверхности твёрдого тела. С помощью ионного проектора изучают структуры биологических молекул. (слайд 29). На слайде показано изображение острия вольфрама, полученное с помощью ионного проектора

***Сканирующая зондовая микроскопия*** позволяет еще глубже заглянуть в структуру наноматериалов.(слайд 30) **Сканирующий туннельный микроскоп** (СТМ) исторически является предшественником всех сканирующих зондовых микроскопов. СТМ был первым устройством, давшим реальные изображения поверхностей с атомным разрешением (слайд 31). Исторически родоначальниками сканирующей зондовой микроскопии стали Г. Бинниг и Г. Ререр из лаборатории IBM, которые в 1981 году представили свое изобретение – сканирующий туннельный микроскоп. Позже, когда результаты их работы удалось воспроизвести в других лабораториях, они были удостоены Нобелевской премии за работы в области физики.

Еще одним необычным и интересным методом использования сканирующей зондовой микроскопии является то, что он может быть не только инструментом исследования, но и инструментом создания нанообъектов. Данный метод получил название ***нанолитографии***. (слайд 32). Путем приложения повышенного напряжения зонд может вырвать (захватить) атом с поверхности образца и потом перенести его в другое место. Таким образом, возникает возможность поатомной сборки любых молекул и наноструктур, а в перспективе – их производство в макроскопических объемах.

В 1985 году в США был получен патент, в котором описывалась возможность переноса атомов с острия зонда сканирующего туннельного микроскопа на образец. Так был получен портрет Жореса Алфёрова, Российского Нобелевского лауреата по физике 2000г.(слайд 33)

В исследовательском центре корпорации IBM удалось написать название компании с помощью 35 атомов ксенона на золотой пластинке. Так было положено начало зондовой нанотехнологии,

**ВЕД 1**

Известно, что основной тенденцией развития всей электроники является миниатюризация, или уменьшение массы и размеров электронных приборов и устройств. Последовательные технологические переходы от электротехнических компонентов – к электронным лампам, от ламп – к транзисторам, от транзисторов – к интегральным схемам позволили создать современные мобильные телефоны, карманные компьютеры, индивидуальные медицинские аппараты и многие другие продукты электроники, прочно вошедшие в жизнь современного человека. **Еще** 30 лет назад не было сотовых телефонов, Internet и спутниковой связи. В наше время все точки Земли связаны многочисленными каналами связи. В ближайшее время люди будут использовать небольшой по мощности и размеру карманный компьютер с гибким складным дисплеем на полимерной основе. Он будет дистанционно соединен с мощным компьютером, находящимся в другом месте и позволяющим, в свою очередь, подключаться к другим устройствам, например, телескопам коллективного пользования. И мы предоставляем слово **специалистам института электроники РАН**

***Наноэлектроника*** – область современной электроники, занимающаяся разработкой физических и технологических основ создания интегральных электронных схем и устройств на их основе с размерами элементов менее 100 нм. (слайд 34)

Основная задача **наноэлектроники** состоит в разработке новых электронных устройств со сверхмалыми размерами, создании методов их получения и объединения в интегральные схемы. Научные исследования и технологические разработки в наноэлектронике опираются на передовые знания в области электроники, механики, материаловедения, физики, химии, биологии и медицины. И объединяет их объект исследований – структуры со сверхмалыми размерами и необычными для «большого» мира свойствами.

В настоящее время увеличение плотности компоновки элементов в составе интегральной схемы возможно только за счет уменьшения их физических размеров. **«**А какие минимальные размеры могут иметь элементы современных микросхем?». Ответ на этот вопрос уже существует. Сегодня техника вплотную приблизилась к теоретической возможности запоминать и передавать 1 бит (состояния логического «0» или «1») информации с помощью одного электрона, положение которого в пространстве может быть задано одним атомом. Таким образом, размеры элементов интегральных схем будут составлять всего несколько атомных слоев.

Применение в электронике нанообъектов, таких как наночастицы, квантовые точки, квантовые ямы, углеродные нанотрубки и других позволяет говорить о новом этапе миниатюризации электронных приборов – переходе от интегральных микросхем к интегральным наносхемам. Исследователи из различных стран мира создают новые типы электронных элементов со сверхмалыми размерами, которые и составят в ближайшем будущем элементную базу наноэлектроники.

Наноэлектроника в настоящее время вплотную приблизилась к созданию и новых типов вычислительной техники – нанокомпьютеров. Можно предположить, что нанокомпьютеры будут развиваться одновременно по нескольким направлениям, реализующим различные способы представления информации. Одно из направлений разработки нанокомпьютеров, основано на теории квантовых вычислений с помощью квантовомеханических логических операций. Устройства, построенные на таком типе вычислений, называются **квантовыми компьютерами.** Квантовый компьютер может за короткое время решать задачи, с которыми современные компьютеры не могли бы справиться в течение сотен лет.

**Оптоэлектроника (слайд 35) в** настоящее время представляет собой раздел физики и техники, занимающийся преобразованием оптического излучения в электрический ток и обратно.(слайд 36) В последние десятилетия стала быстро развиваться волоконная оптика, которая позволяет пропускать по одному волокну десятки тысяч различных потоков данных

Все мы хорошо знакомы с оптоэлектроникой, поскольку более 90% информации, которую получает человек, составляет зрительная оптическая информация. Каждый день мы сталкиваемся на улице со светофорами и рекламными экранами, на концертах и дискотеках наблюдаем лазерные шоу, дома смотрим на экраны компьютеров, телевизоров, мобильных телефонов и пользуемся многими другими устройствами, даже не подозревая о том, что в основе этих устройств лежат нанотехнологии, и работа их основывается на свойствах нанообъектов. Круг применений устройств оптоэлектроники очень широк.

В основе оптоэлектроники лежит использование фотонных кристаллов, о которых говорилось ранее. Они получат широкое применение в качестве световодов. В последние 10-15 лет число научных работ и проектов по фотонным кристаллам резко увеличилось, в основном из-за больших технических возможностей этих структур. Исследования свойств нитридов элементов III группы таблицы Менделеева (AlN, GaN, InN) позволили заключить, что они являются наиболее перспективными материалами для изготовления светодиодов. Эти материалы излучают во всей видимой и ультрафиолетовой областях спектра от 240 до 620 нм.

Благодаря фотонным кристаллам открылась совершенно необычная возможность для хранения и обработки информации

Свет, по сравнению с электрическим током, имеет колоссальные преимущества.(слайд 36) 1.Например, при передаче информации с помощью света не возбуждаются дополнительные электрические и магнитные поля (помехи), всегда сопутствующие электрическому току. В свою очередь, окружающие электромагнитные помехи (шум) не искажают оптический сигнал. Без ретрансляторов и усилителей сигнал проходит тысячи километров

2. В случае фотонных кристаллов передача энергии по световоду происходит по принципиально иному механизму, который позволяет сгибать световод под любым углом, в то время как для обычного световода даже изгиб под прямым углом приводит к существенной потере энергии из-за нарушения условия полного внутреннего отражения. Для микроэлектроники этот геометрический фактор очень существенен, так как световоды в микросхемах надо многократно сгибать, укладывая их в небольшом объеме.

3. Применяемые волоконные световоды прозрачны только в узком диапазоне длин волн, в фотонном кристалле более широкий диапазон частот позволит увеличить поток независимой информации.

4. Обычно по оптическому волокну идет несколько световых сигналов (например, в телефонном кабеле), применение фотонных кристаллов позволит четко отделять нужную частоту от других, направляя каждый сигнал по разному пути.

5. В фотонных проводниках не выделяется тепло, а тепловыделение – одно из главных препятствий на пути увеличения плотности интегральных схем и тактовой частоты.

Фотонно-кристаллические световоды – перспективный элемент различных сенсоров. Оптические характеристики таких световодов изменяются при механическом, тепловом и других воздействиях. При этом возможен прием сигнала на значительном расстоянии от места измерения, а высокая радиационная и коррозионная стойкость делают систему надежной. (слайд 37)

В самой оптоэлектронике можно выделить несколько типов устройств:

* фотоприемники – преобразователи света в электрический ток. Фотоприемник, работающий на принципе изменения сопро­тивления под действием света, называется фоторезистор. Если за основу берут диод или транзистор, такой прибор называется, соответственно, фотодиод или фототранзистор. К фотоприемникам относится также и фотоэлектронный умножитель;
* светоизлучательные приборы – преобразователи тока в световое излучение, например, лампы накаливания, электролюминесцентные индикаторы, полупроводниковые светодиоды и лазеры;
* оптопары – пара светоизлучательный прибор – фотоприемник, или, по-другому, преобразователи «ток – свет – ток», которые используют для изоляции электрических цепей;
* оптоэлектронные интегральные схемы – интегральные микросхемы, в которых осуществляется оптическая связь между отдельными узлами или компонентами.

**ВЕД 2**

Самыми распространенными приборами, использующими достижения нанотехнологий, являются диоды и лазеры, основанные на *p-n*-переходах. На основе р-п-переходов создаются источники некогерентного и когерентного излучения.

*Когерентные волны*– согласованные колебания световых волн. Световые волны когерентны, если их частота и, соответственно, длина волны одинаковы.

Примером некогерентного источника света может служить светодиод, а когерентного – лазер.

## Об использовании лазеров нового типа расскажет сотрудник лаборатории оптоэлектроники

***(слайд 38)Лазер*** – устройство, использующее вынужденное излучение для создания когерентного потока света. Лазеры излучают волны согласованно, т.е. с одинаковыми частотами, длинами волн и направлением распространения. Полупроводниковый лазер является самым компактным, экономичным и надежным. Именно поэтому его используют в CD- или DVD-плеерах, лазерных принтерах, а также компьютерах. Телефония, интернет, оптическая и другие виды кабельной связи получили «второе дыхание» благодаря применению полупроводниковых лазеров. За 40 лет полупроводниковые лазеры прошли многочисленные этапы развития и усовершенствования и получили самое широкое распространение. Этому способствовало увеличение количества лазерных полупроводников, перекрывающих широкий спектральный диапазон от ультрафиолетового до инфракрасного.

Современный уровень развития нанотехнологий позволяет контролировать рост слоев толщиной всего в один атом, т.е. менее 1 нм. Переход к подобным гетероструктурам позволил снизить плотность тока диодных лазеров примерно в десятки и сотни тысяч раз.

Другой важнейший показатель качества полупроводникового лазера – это ресурс его работы. В первых непрерывных лазерах ресурс был всего несколько секунд, в современных лазерах – до миллионов часов.

**ВЕД. 1**

# Предполагается, что в будущем нанотехнологии войдут во все сферы нашей повседневной жизни (слайд 39, 40) На сегодняшний день нанотехнологии достигли наибольшего развития в электронике. Быстрое уменьшение размеров и увеличение числа функций сотовых телефонов, персональных компьютеров, плееров, переход на новые компактные носители информации – все это произошло за последние годы. Существуют, однако, и другие области применения нанотехнологий в окружающем нас мире. На нашей конференции сегодня присутствуют представители различных ведомств, использующих нанотехнологии в своих отраслях деятельности.

**ВЕД. 2**

В нашем мире человечество подвержено многим болезням.Современная медицина не способна справиться с данной проблемой.Ученые всего мира ищут пути **её** решения. О применении нанотехнологий в медицине нам расскажет сотрудник **Российской Академии Медицинских Наук** (слайд 41)

Современная технология позволяет работать с веществом в масштабах, еще недавно казавшихся фантастическими - микрометровых, и даже нанометровых.

Именно такие размеры характерны для основных биологических структур - клеток, их составных частей и молекул.

Наномедицина – это слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя разработанные нанороботы и наноструктуры (слайд 42)

**Области применения нанотехнологий в медицине: (слайд 43)**

1. **технологии диагностики** на клеточном, субклеточном, молекулярном уровне (слайд 44) – это:

* измерение температуры, давления, вязкости;
* измерение химических параметров (Ph, концентрации кислорода, углекислого газа, наличия антигенов, гормонов);
* атомно-силовое сканирование поверхности клетки
* магнито-резонансная томография;

1. **лекарственные аппараты: (слайд 45)**

* наночастицы, которые содержат лекарства и могут доставлять их в клетки;
* липосомы , микроконтейнеры – «умные таблетки»,
* Клоттоциты (слайд 46) - сферические двухслойные мембраны, содержащие внутри лекарственные вещества - искусственный аналог тромбоцитов. Они попадают в эту сеть и кровотечение останавливается. Расчеты показывают, что при ране длиной 1 см и глубиной 3 мм кровопотеря составит 6 мм3, что составляет всего 1/10 одной кровяной капли.

1. **протезирование и имплантаты. (слайд 47)**

# Профессор Типу Азиз, известный английский ученый и практик - основоположник научных основ современных методов воздействия на структуры мозга, неврологических симптомах, владеет всеми современными методами функциональной нейрохирургии.

# Биочип – небольшая пластинка с нанесенными на нее в определенном порядке молекулами ДНК или белка. (слайд 48)

**Нейро- импланты позволят вернуть зрение многим слепым людям. (слайд 49)**

# Выключатель боли: электроды-имплантаты стимулируют мозг. Электроды, внедрённые в мозг, помогают пациентам справиться с непрекращающейся болью. (слайд 50)

В течение многих веков золото и серебро использовались для лечения и профилактики болезней. В Индии примерно 3 тысячи лет назад применяли золотосодержащие эссенции из масел и растительных экстрактов. В Древней Греции смесью золотого порошка и чеснока лечили грипп. Ко дворам королей Польши и Пруссии поставляли «Солнечный эликсир», содержащий лекарственное золото. Серебряная посуда и приборы традиционно рассматривались как защита от кишечных заболеваний. В ХХ веке коллоидное золото использовали для лечения многих воспалительных процессов.

Сегодня серебро и золото широко используются в наномедицине.(слайд 51) Например, выпущены повязки для обеззараживания ран, содержащие наночастицы серебра (10-30 нм). Наночастицы убивают даже те микроорганизмы, которые малочувствительны к стандартным антисептикам. Немецкие ученые ввели ионы серебра в одежду и постельное белье, которые рекомендуют использовать при экземе и других нарушениях кожного покрова.

Современное состояние наномедицины включает следующие моменты (слайд 52)

* Работают наножидкостные и наноэлектронные системы, в "лаборатории-на-чипе", проводящие экспресс-анализ ДНК, РНК, белка.
* Производятся наноматериалы для искусственных протезов конечностей с хорошей совместимостью к живым тканям.
* Внедряются наноустройства, выполняющие определенные медицинские операции.
* Разработано программное обеспечение для моделирования поведения нанороботов в теле человека.

Перспективы развития наномедицины (слайд 53)

* Создание молекулярных роботов-врачей, которые могут “жить” внутри человеческого организма, устраняя все возникающие повреждения, или предотвращая их возникновение
* Ремонт клеток нанороботами, которые манипулируют отдельными атомами и молекулами.
* Нагретые с помощью переменного электромагнитного поля, магнитные наночастицы способны проникнуть через «пропускной пункт», стоящий на пути крови в мозг, поэтому могут использоваться и для борьбы с опухолью мозга. Данный метод гипотермии магнитной жидкостью был разработан рабочей группой под руководством биолога Андреаса Джордана. В настоящее время начались его клинические испытания.

**ВЕД 1**

Как известно, дождевая вода отскакивает от листа лотоса, не оставляя на нем следа. Почему? Дождевая капля практически не имеет контакта с поверхностью листа. Поэтому лист невозможно испачкать, ни медом, ни маслом, ни клеем на водяной основе, ни другими вязкими и липкими субстанциями.

Этот эффект был изучен и симитирован учеными. А при помощи нанопродуктов, сделанных на основе этого феномена, теперь и мы можем оценить практическое значение «эффекта лотоса». Уборка становится в разы проще, необходимые на нее затраты времени существенно снижаются, а применение средств бытовой химии становится нужным лишь в исключительных случаях. Об использовании нанопокрытий нам расскажет **представитель РОС НАНО.**

(слайд 54)

Запотевание автомобильных стекол, защитных очков спортсменов является проблемой и даже может привести к серьезным авариям. Обычно для ее решения применяются специальные спреи, но срок их действия ограничен. Нанокластеры из оксида цинка имеют уникальное свойство поглощать электромагнитное излучение в широкой области частот – от радиочастот до ультрафиолета. Их можно использовать в солнцезащитных кремах, очках и для создания «невидимых» покрытий.

В настоящее время разработано покрытие, состоящее из полимерных слоев и наночастиц кварца.

В ближайшие годы оно будет использоваться для автомобильных стекол, зеркал для ванных комнат, линз цифровых фотоаппаратов, спортивных очков и пр.

Покрытия, произведенные с помощью золь/гель-технологий и содержащие твердые наночастицы, могут сделать лобовые стекла машин устойчивыми к появлению царапин, при этом стекла останутся прозрачными, так как наночастицы настолько малы, что не рассеивают свет. (слайд 55). Этот принцип уже используется в очках, хотя и не доведен до совершенства. Лобовые стекла с покрытием из наночастиц могут также поддерживать и контролировать микроклимат, в большей или меньшей степени отражая световые и тепловые излучения. Применение этой технологии поможет сэкономить огромное количество энергии.

Наночастицами серебра компания Samsung покрывает некоторые модели сотовых телефонов. Покрытие этими наночастицами барабана стиральной машины обеззараживает белье при стирке.

Немецкие специалисты разработали краску для внешней окраски домов, которая «отталкивает» грязь и влагу и надолго сохраняет свои качества.(слайд 56) Самоочищающиеся покрытия для тканей создают фантастический эффект защиты одежды от грязи, жира, кофе и пр. (слайд 57) Создана водонепроницаемая бумага с защитным слоем из наночастиц. На новой бумаге можно писать ручкой, карандашом или краской, в том числе под водой. (слайд 58)

Фирма Kodak представила многослойную (9 слоев) бумагу для струйных принтеров; в каждом слое присутствует свой сорт наночастиц, обеспечивающий определенную функцию. (слайд 59). Так, в верхнем слое керамические наночастицы обеспечивают бумаге блеск и плотность. Пигментные наночастицы улучшают качество печати, а полимерные обеспечивают быструю фиксацию краски.

Нанотехнологии позволят применять золото в новых нетрадиционных для него областях. (слайд 60) Так, наночастицы золота на пористом материале-носителе являются хорошим катализатором в автомобилях: даже при запуске холодного двигателя они разлагают оксиды азота и моноксид углерода до безвредных веществ. Наночастицы золота могут стать катализаторами для топливных батарей.

В настоящее время испытываются свойства наночастиц золота предотвращать появление запахов. В небольших системах кондиционирования, например, в автомобилях, они могут предотвращать запахи, появляющиеся из-за присутствия в системе бактерий. В Японии наночастицы золота уже используются в туалетах.

Исключительно важными при обработке жидкостей, а также снабжении чистой питьевой водой становятся керамические мембраны с нанопорами. Такие мембраны позволят легко отфильтровывать бактерии и вирусы. Лист лотоса, покрытый «нанокочками», послужил образцом для создания самоочищающегося стекла: капли воды больше таких «нанопупырышек» и остаются лежать на них, не растекаясь по стеклу и не смачивая его. Внешне стекло остается прозрачным. Такое покрытие может быть также использовано в микроустройствах для уменьшения трения

**ВЕД 2**

Нановолокна, нанотекстиль и наноодежда – это продукция и изделия, произведенные по нанотехнологиям путем самосборки или манипулированием наночастицами различной природы по принципу «снизу вверх» или «сверху вниз». Такие материалы, изделия уже широко используются в мировой практике. Уже существуют отечественные комбинезоны, рубашки, белье, которые загрязняются меньше обычных и обладают бактерицидными свойствами. Эту наноодежду для космонавтов, военных, спортсменов параллельно разработали ученые американского Технологического института Джорджи и российского НЦ «Курчатовский институт». И ещё о новинках наноодежды расскажет **представитель предприятия «Нанотекстиль»**

С применением нанотехнологий возможно создание «умной одежды» для опасных, экстремальных условий. Особая терморегулирующая одежда охлаждает тело в жару, а при понижении внешней температуры излучает тепло. Самым легким в мире материалом считают материал из аэрогеля («абсолютный холод»), который на 99,8% состоит из воздуха. Одежда из него предназначена для работ при температуре до –80 °С. Такая «умная одежда» входит и в повседневное использование. (слайд 61,62)

Английские специалисты в ближайшее время обещают появление в магазинах костюмов, отгоняющих комаров и москитов, в жаркое время создающих охлаждающий эффект за счет выделения наночастиц ментола, а также носков, содержащих абсорбенты и благоухающих цветочным ароматом. Во всех случаях в ткань внедряются увлажняющие, дезодорирующие частицы, частицы витаминов и абсорбентов, включенные в специальные капсулы. Капсулы разрушаются при движениях человека. Тем не менее, свойства одежды сохраняются после 30 стирок.

В Гонконгском политехническом университете для получения самоочищающихся тканей используют покрытие из наночастиц диоксида титана: на свету это покрытие расщепляет органические загрязнители.

**ВЕД 2**

Сегодня в современной косметологии используются нанотехнологии, которые выводят индустрию красоты на новый этап развития. Новые технологии делают возможным объединить отдельные микроскопические наночастицы или, как их еще называют наносомы, в нанокомплексы. А именно они доставляют в глубинные слои кожи, дермы активные полезные вещества. Именно в этом суть косметики на основе нанотехнологий.

**ВЕД 1**

В мире, где 1 миллиард человек хронически голодает, увеличение производства продуктов питания - вопрос сохранения миллионов жизней. За последние несколько лет пищевая промышленность инвестирует миллионы долларов в исследование и развитие нанотехнологий улучшения качества, функциональности, безопасности, сохранения и увеличения производительности и рентабельности продуктов питания которые объединили под общим названием - Nanofoods. Нанопродукты - это когда наночастицы , нанотехнологии, методы и инструменты используются в процессе выращивания, производства, переработки или упаковки продуктов питания. Об использовании, создании и проблемах нанофуда нам расскажет **сотрудник кафедры пищевых производств центра «Биоинженерия» РАН**

Косметика, улучшенная с помощью нанотехнологии, стала не только эффективнее, но и вошла в моду.(слайд 63) Нанокапсулы, в которых содержатся полезные для кожи вещества, имеют размер 50-200 нм и легко проникают внутрь клеток эпидермиса. Аналогично действуют кремы против болей в суставах и мышцах, появляющихся при интенсивных занятиях спортом.

Малые размеры нанокапсул в некоторых дезинфицирующих средствах позволяют им проникать через клеточные мембраны микроорганизмов, обеспечивая высокую эффективность при отсутствии побочных эффектов для человека. Процедуры с использованием косметики на основе нанотехнологий обеспечивают потрясающие результаты – достигается эффект омоложения лица и тела на 15, а иногда даже на 20 лет. Природная косметика, а именно так можно назвать косметику на основе нанотехнологий, не ограничивается поверхностным воздействием на кожу. Воздействие идет на глубокие слои эпидермиса. К тому же косметика на основе нанотехнологий способна выводить из клетки вредные вещества, выводить наружу токсины, образовавшиеся в клетках кожи. Результат работы нанотехнологий на лице – морщинки разглажены, процесс старения замедлен, кожа становится красивой, ровной по цвету и фактуре. Ни одна косметика премиум касса не сможет дать тех результатов, которые достигаются с помощью нанотехнологий. Милые женщины, ждать осталось недолго. Совсем скоро передовые технологии послужат не только космосу, промышленности, но и индустрии красоты.

В пищевой промышленности нанотехнология прежде всего поможет с помощью различных сенсоров контролировать качество и безопасность пищи. (слайд 64) Наномембраны обеспечивают эффективную фильтрацию воды от примесей и микроорганизмов. К настоящему времени в мире более 200 компаний производят пищевую продукцию, содержащую наноматериалы. Среди них — хлеб с нанокапсулами жира тунца, но без запаха рыбы (Австралия), чай с наночастицами селена, прекрасно усваиваемого человеческим организмом (США, Китай) и др. На российском рынке пока нет продуктов на основе наночастиц, однако при производстве некоторых продуктов используются нанотехнологические методы. В настоящее время в НИИ питания РАМН проводится комплекс исследований по оценке безопасности важнейших с позиций перспектив их использования в пищевой промышленности наноматериалов в экспериментах на лабораторных животных. Проведенные исследования показывают, что содержание различных видов наночастиц диоксида титана в пищевых продуктах, материалах, контактирующих с пищевыми продуктами, косметических изделиях и другой подобной продукции должно стать предметом гигиенического нормирования, так как в определенных дозах оказались токсичными для животных.Сфера применения нанотехнологий в пищевой промышленности будет расширяться и развиваться в России.

**ВЕД. 1**

Как показывает история, новые технологии в первую очередь привлекают специалистов-оборонщиков, которые стремятся найти им применение в военном деле. Не стали исключением и нанотехнологии. Военные рассчитывают, что созданные на основе нанотехнологий боевая техника и вооружения коренным образом изменят характер ведения боевых действий. Широкое внедрение нанотехнологий в строительство и развитие вооруженных сил позволит одержать победу в нечеловечески быстрой и разрушительной войне. Поэтому в мире уже усиленно работают над созданием новых вооружений и защиты от них, используя нанотехнологии

Об использовании нанотехнологий в военном деле нам расскажут представители **корпорации «Роснанотех»**

Нанотехнологии в военном деле (слайд 65)

Одним из направлений применения нанотехнологий в военном деле является разработка так называемой «мягкой брони», которая может быть применена для изготовления экипировки солдата будущего. Такая броня сможет принять неограниченное количество пуль, в то время как современные бронежилеты после попадания определенного количества пуль приходят в негодность.

Для того чтобы сделать костюм толщиной в несколько миллиметров достаточно прочным, в нем предполагается использовать решение, подсмотренное в живой природе, а именно структуру паутины. В настоящее время созданы нановолокна из полиуретана диаметром около 100 нм, которые структурно похожи на обычную паутину, только гибче, легче и жестче настоящей. Жесткость костюму будут обеспечивать наночастицы, присоединяющиеся к определенным участкам волокон, соединяя их между собой. (слайд 66)

Костюм солдата будущего будет настоящим произведением технической мысли: все жизненно важные параметры солдата (пульс, кровяное давление, температура тела и др.) будут измеряться встроенными в костюм датчиками. Состояние солдата будет выведено как на проектор на шлеме, так и на медицинский компьютер. Ряд полимерных линейных приводов, из которых будет состоять костюм, по сигналу от «медицинского» компьютера будет делать определенные его участки жестче или мягче. Если, например, солдат сломает ногу, местный привод позволит захватить ее в искусственные шины, сформированные тканью костюма. По словам конструкторов, специально сконструированные наномашины - усилители, входящие в состав экзоскелета брони, смогут увеличить силу солдата на 300%.

Костюм будет способен распознавать химическую или биологическую атаку. Для этого уже создан чип, на котором содержится около 1,5 миллиона живых клеток человеческой печени, чувствительной, как известно, к различным вирусам и ядам. Как только к клеткам поступят вещества, вредные для человека, они выработают определенный химический ответ, который будет интерпретирован «медицинским» компьютером, и солдат получит сообщение об опасности. Это позволит ему защититься от химической или биологической атаки раньше, чем она станет смертоносной.

В 2008 году Джон Баркер, профессор Центра исследований в области наноэлектроники в Глазго, заявил, что вместе с коллегами ему удалось создать математическую модель собирания кибернетических микроустройств в стаи. Большинство частиц могут «разговаривать» только с ближайшими соседями, но, когда их много, они могут «общаться» на больших расстояниях, Собранные в одном месте тысячи роботов образуют ударную группу, готовую действовать по воле человека. По мнению американских военных, ее можно применять, например, для поражения танков противника: «облако» микророботов, несущих заряд, окутывает бронированную машину и взрывается. Такое «облако» может использоваться и в интересах разведки. (слайд 67)

Перспективным направлением применения нанотехнологии в военном деле считается создание новых материалов для боевой техники и оружия. Например, военные машины предполагают оснастить специальной «электромеханической краской», которая позволит менять им цвет, а также предотвратит коррозию и сможет «затягивать» мелкие повреждения на корпусе машины. «Краска» будет состоять из большого количества наномеханизмов, которые позволят выполнять все вышеперечисленные функции. Также с помощью системы оптических матриц, которые будут отдельными наномашинами в «краске», исследователи хотят добиться эффекта невидимости машины или самолета.

Таким образом, на сегодняшний день основные усилия военных нанотехнологов направлены на поиск новых материалов, улучшение систем управления боевой техникой, создание самовосстанавливающихся систем, обеспечение связи и разработку защиты от бактериологического и химического оружия. (слайд 68)

**ВЕД 2**

Наша конференция подошла к концу. Подводя итоги сегодняшней встречи, можно с уверенностью сказать, что третья научно-техническая революция наступила. Но надо заметить, что она требует не только научной и технической подготовки новых кадров, но и общей психологической подготовки. Учитывая это, в ряде промышленно развитых стран (США, Германия, Япония) курсы нанотехнологий введены в школьные программы. А мы с вами сегодня стали участниками конференции, которая, я думаю, пополнила ваш запас знаний, интеллекта, расширила ваш кругозор и, может быть, дала ориентиры ваших будущих исканий. Ведь наступает ваше время – время открытий, изобретений, созидания.

Спасибо всем участникам конференции!