**Оглавление.**

Введение.

Раздел I. История развития нанотехнологии.

Раздел II. Основные достижения нанотехнологии.

* 1. **Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).**
	2. Наночастицы.
	3. Новейшие достижения.

Раздел III. Перспективы развития и проблемы.

* 1. Финансирование данной отрасли.
	2. Медицина и биология.
	3. Промышленность и сельское хозяйство. Экология.
	4. Освоение космоса. Информационные и военные технологии

Заключение.

Библиография.

#  Введение.

Parvo est natura contenta.

Малое есть содержание природы.

Cicero (106-43 до н.э.)

Человечество во все времена стремилось улучшить условия своего существования. Для этого в первобытном обществе люди использовали различные орудия труда, несколько позже они приручили диких животных, которые стали приносить пользу человеческому сообществу. Шли годы, менялся мир, менялись люди и их потребности. Теперь большинство из нас уже не может представить себе жизнь без современных благ цивилизации, достижений науки, техники, медицины. Следующим шагом в этом развитии станет освоение нанотехнологий, в частности, систем очень малого размера, способных выполнять команды людей.

Технический прогресс направлен в сторону разработки более мощных, быстрых, компактных и изящных машин. Пределом такого развития можно считать машины, размером с молекулу. Машина, построенная из ковалентно связанных атомов, чрезвычайно прочна, быстра и мала. Разработкой, созданием и управлением такими машинами занимается молекулярная нанотехнология. Эта отрасль открывает невиданные ранее, фантастические перспективы взаимодействия человека с миром.

Мною был проведен обобщающий анализ статей, выступлений, теоретического материала в области нанотехнологий. Данная тема работы заинтересовала меня своими перспективами, которые открываются для человечества способностью вывести жизнь людей на абсолютно новый уровень.

Цель моего теоретического исследования состоит в раскрытии особенности физических процессов в области нанотехнологий, их влияния на людей и применения в недалёком будущем.

Нанотехнология - совокупность процессов, позволяющих создавать материалы, устройства и технические системы, функционирование которых определяется наноструктурой, т.е. её упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нм (10-9м; атомы, молекулы) (рис. 1). Греческое слово "нанос" примерно означает "гном". При уменьшении размера частиц до 100-10 nm и менее, свойства материалов (механические, каталитические и т.д.) существенно изменяются.

Термин нанонаука используется в настоящее время для обозначения исследований явлений на атомном и молекулярном уровне и научного обоснования процессов нанотехнологии, конечной целью которой является получение нанопродуктов. Нанонаука, таким образом, может рассматриваться как начальная стадия нанотехнологии, когда до продукции еще достаточно далеко [3].

В отличие от традиционных технологий нанотехнологии характеризуются повышенной наукоёмкостью и затратностью, а также междисциплинарностью и неэффективностью решения задач методом “проб и ошибок”.

# Раздел I. История развития нанотехнологии.

1905 год. Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказывал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.

1931 год. Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.

1959 год. Американский физик Ричард Фейнман впервые прочел лекцию на годичном собрании Американского физического общества, которая называлась «Полно игрушек на полу комнаты». Он обратил внимание  на проблемы миниатюризации, которая в то время была актуальна и в физической электронике, и в машиностроении, и в информатике. Эта работа считается некоторыми основополагающей в нанотехнологии, но некоторые пункты этой лекции противоречат физическим законам.

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

1974 год. Японский физик Норио Танигучи на международной конференции по промышленному производству в Токио ввел в научный оборот слово "нанотехнологии". Танигучи использовал это слово для описания сверхтонкой обработки материалов с нанометровой точностью, предложил называть ним механизмы, размером менее одного микрона. При этом были рассмотрены не только механическая, но и ультразвуковая обработка, а также пучки различного рода (электронные, ионные и т.п.).

1982 год. Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали специальный микроскоп для изучения объектов наномира. Ему дали обозначение СЗМ (Сканирующий зондовый микроскоп). Это открытие имело огромное значение для развития нанотехнологий, так как это был первый микроскоп, способный показывать отдельные атомы (СЗМ).

1985 год. Американский физики Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смэйли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы, диаметром в один нанометр.

1986 год. Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрк Дрекслер, пионер молекулярной нанотехнологии, опубликовал книгу «Двигатели созидания», в которой предсказывал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться, постулировал возможность использовать наноразмерные молекулы для синтеза больших молекул, но при этом глубоко отразил все технические проблемы, стоящие сейчас перед нанотехнологией. Чтение этой работы необходимо для ясного понимания того, что могут делать наномашины, как они будут работать и как их построить. [1]

1989 год. Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.

1998 год. Голландский физик Сеез Деккер создал транзистор на основе нанотехнологий.

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

2000 год. Администрация США поддержала создание Национальной Инициативы в Области Нанотехнологии. Нанотехнологические исследования получили государственное финансирование. Тогда из федерального бюджета было выделено $500 млн.

**2001** год. Марк Ратнер 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" [1].

В Томском государственном университете России разработаны составы и технология получения новых тонкопленочных наноструктурных материалов на основе двойных оксидов циркония и германия, имеющих высокую химическую, термическую стойкость и обладающих хорошей адгезией к различным подложкам (кремния, стекла, поликора и др.). Толщина пленок составляет от 60 до 90 нм, размеры включений - 20-50 нм. Полученные там материалы могут быть использованы как покрытия:

* стекол (солнцезащитные – хорошо пропускает видимый свет и отражает до 45-60% тепловое излучение, теплозащитные – отражает до 40% солнечной радиации, селективно пропускающие);
* ламп (увеличение световой отдачи на 20-30%);
* инструментов (защитно-упрочняющие – увеличение срока службы изделий).[5]

Ведутся работы и в Харьковском национальном университете имени В.Н.Каразина. Направления исследований: поверхностные явления, фазовые превращения и структура конденсированных пленок. Исследования проводятся над пленками металлов и сплавов (1.5 - 100 нм), получаемые методом конденсации в вакууме на различных подложках путем электронной микроскопии (СЗМ), электронографии, а также методов, разработанных в группе (Гладких Н.Т., Крышталь А.П., Богатыренко С.И.) [4].

#  Раздел II. Основные достижения нанотехнологии.

###

### ****2.1. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).****

### Для того чтобы увидеть атом, существует, как считается, громоздкий и дорогой электронный микроскоп. Однако, несмотря на известную поговорку, не всегда лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. В ряде случаев можно получить больше информации, если атом... ощупать, в буквальном смысле. Для этого и существует сканирующая зондовая микроскопия. Зонд – это микроскопический, чрезвычайно чувствительный щуп, который пробегает, сканирует, шероховатости поверхности атомарного размера. Более того, в ряде случаев зонд физически может двигать атомы.

### В основе сканирования или «ощупывания» лежит достаточно простой принцип – атомы острия щупа «чувствуют» атомы, находящиеся на поверхности, тем сильнее, чем ближе они находятся друг к другу. Это похоже на то, как отталкиваются два сухих воздушных шарика, наэлектризованные о шерстяной свитер или волосы. В случае СЗМ возникающие силы межатомного взаимодействия чуть-чуть изменяют положение щупа и это можно обнаружить за счет чувствительных детекторов. Подобным образом мы ощущаем приближающийся наэлектризованный воздушный шарик, который еще даже не коснулся наших волос.

Первый сканирующий зондовый микроскоп был придуман на кончике пера и затем создан в 1982 году Г. Биннигом и Г. Рорером из Цюрихского отделения фирмы IBM. Этот микроскоп, правда, регистрировал не изменение положения острого щупа, а изменение так называемого туннельного тока, возникающего за счет «проскока» электронов, происходящего между поверхностью материала и сверхтонкой иглой, как только она приближается к поверхности на расстояние, сравнимое с межатомным. Движение иглы над поверхностью образца осуществлялось с помощью специальных «пьезодвигателей», способных создавать запрограммированные компьютером перемещения с шагом в сто миллиардные доли метра. Столь необычный и чрезвычайно эффективный способ исследования поверхности очень быстро был оценен научной общественностью и в 1986 году Бинниг и Рорер получили нобелевскую премию за разработку «сканирующего туннельного микроскопа» (СТМ). С появлением СТМ, а впоследствии «атомно-силового микроскопа» (АСМ, 1986 г.) и других модификаций сканирующих зондовых техник стало возможным сделать новый шаг в изучении окружающего нас мира. Современные методы зондовой микроскопии позволяют изучать рельеф, состав и структуру, “видеть” и перемещать единичные атомы и молекулы. За последнее десятилетие применение зондовой микроскопии позволило значительно расширить познания в различных областях физики, химии и биологии. Учёным уже удалось создать двумерные наноструктуры на поверхности, используя данный метод. Например, в исследовательском центре компании IBM, последовательно перемещая атомы ксенона на поверхности монокристалла никеля, сотрудники смогли выложить три буквы логотипа компании, используя 35 атомов ксенонa.[7]

При выполнении подобных манипуляций возникает ряд технических трудностей. В частности, требуется создание условий сверхвысокого вакуума, необходимо охлаждать подложку и микроскоп до сверхнизких температур, поверхность подложки должна быть атомарно чистой и атомарно гладкой. Охлаждение подложки производится с целью уменьшения поверхностной диффузии осаждаемых атомов.**[7]**

Основой всех типов сканирующей зондовой микроскопии является, как уже отмечалось, взаимодействие зонда с исследуемой поверхностью за счет механических, электрических или магнитных сил. Природа взаимодействия и определяет принадлежность прибора к тому или иному члену семейства зондовых микроскопов.

###  2.2. Наночастицы

Современная тенденция к миниатюризации показала, что вещество может иметь совершенно новые свойства, если взять очень маленькую частицу этого вещества. Частицы, размерами от 1 до 1000 нанометров обычно называют «наночастицами». Так, например, оказалось, что наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства. Другие материалы показывают удивительные оптические свойства, например, сверхтонкие пленки органических материалов применяют для производства солнечных батарей. Такие батареи более дешевы и могут быть механически гибкими. Удается добиться взаимодействия искусственных наночастиц с природными объектами наноразмеров — белками, нуклеиновыми кислотами и др. Тщательно очищенные, наночастицы могут самовыстраиваться в определенные структуры. Такая структура содержит строго упорядоченные наночастицы и также зачастую проявляет необычные свойства. Нанообъекты делятся на 3 основных класса: трёхмерные частицы, двумерные объекты и одномерные объекты - вискеры. [6]

### Самоорганизация наночастиц. Одним из важнейших вопросов, стоящих перед нанотехнологией — как заставить молекулы группироваться определенным способом, самоорганизовываться, чтобы в итоге получить новые материалы или устройства. Этой проблемой занимается раздел химии — супрамолекулярная химия. Она изучает не отдельные молекулы, а взаимодействия между молекулами, которые, организовываясь определенным способом, могут дать новые вещества. Обнадеживает то, что в природе действительно существуют подобные системы и осуществляются подобные процессы. Так, известны биополимеры, способные организовываться в особые структуры. Один из примеров — белки, которые не только могут сворачиваться в глобулярную форму, но и образовывать комплексы — структуры, включающие несколько молекул протеинов (белков). Уже сейчас существует метод синтеза, использующий специфические свойства молекулы ДНК.

### Проблема образования агломератов. Частицы размерами порядка нанометров или наночастицы, как их называют в научных кругах, имеют одно свойство, которое очень мешает их использованию. Они могут образовывать агломераты, то есть слипаться друг с другом. Так как наночастицы многообещающи в отраслях производства керамики, металлургии, эту проблему необходимо решать. Одно из возможных решений — использование веществ — дисперсантов, нерастворимых в воде. Их можно добавлять в среду, содержащую наночастицы.

###  2.3. Новейшие достижения

В настоящее время, наноматериалы используют для изготовления защитных и светопоглощающих покрытий, спортивного оборудования, транзисторов, светоиспускающих диодов, топливных элементов, лекарств и медицинской аппаратуры, материалов для упаковки продуктов питания, косметики и одежды. Нанопримеси на основе оксида церия уже сейчас добавляют в дизельное топливо, что позволяет на 4-5% повысить КПД двигателя и снизить степень загрязнения выхлопных газов. В 2002 году на Кубке Дэвиса\Davis Cup были впервые использованы теннисные мячи, созданные с использованием нанотехнологий. В 2007 году в Новосибирске начали производить лекарство-тромболитик (совместная разработка фармацевтиков и физиков-ядерщиков), которое не имеет аналогов в мире по эффективности, а цена во много раз меньше.

Производители уже получают первые заказы на наноустройства. К примеру, армия США заказала компании Friction Free Technologies разработку военной формы будущего. Компания должны изготовить носки с использованием нанотехнологий, которые должны будут выводить за пределы носков пот, но сохранять ноги в тепле, а носки в сухости. Неизвестно, будут ли такие носки нуждаться в стирке.

#### Графен. В октябре 2004 года в Манчестерском университете было создано небольшое количество материала, названного графен. Роберт Фрейтас предполагает, что этот материал может служить подложкой для создания алмазных механосинтетических устройств.

#### Новый процессор Intel. 19 июня 2007 года компания Intel начала выпускать обычные и многоядерные процессоры, содержащие наименьший структурный элемент размерами примерно 45 нм. В дальнейшем компания намерена достичь размеров структурных элементов до 5 нм. В дальнейшем компания намерена перейти на новые материалы, такие как квантовые точки, полимерные пленки и нанотрубки. Основной конкурент Intel – AMD, во второй половине 2008 года запустит процессоры, выполненные по 45-нм техпроцессу.

#### Антенна-осциллятор. 9 февраля 2005 года сообщается, что в лаборатории Бостонского университета была получена антенна-осциллятор размерами порядка 1 мкм. Это устройство насчитывает 5 миллиардов атомов и способно осциллировать с частотой 1,49 гигагерц. Это позволит передавать с ее помощью большие объемы информации.

#### Наноаккумулятор. В начале 2005 года компания Altair Nanotechnologies (США) объявила о создании инновационного материала для электродов литий-ионных аккумуляторов. Аккумуляторы с особыми электродами имеют время зарядки 10-15 минут. В феврале 2006 года компания начала производство аккумуляторов на своём заводе в Индиане.

#### Новые топливные элементы для портативной техники. Был разработан водородный топливный элемент “Casio”. Топливный элемент вдвое легче литиевого аккумулятора. Время автономной работы больше в 3 раза. Уже появились первые образцы данного устройства. Ожидается его серийное производство в скором будущем.

### Бронежилет. Австралийские ученые предложили изготавливать жилеты из материалов на основе углеродных нанотрубок. Последние обладают пулеотталкивающим свойством – под воздействием пули тоненькие трубки прогибаются, а затем восстанавливают форму с отдачей энергии.

#### Молекулярный автомобиль обзавелся мотором (2006 г.). Особенно важным в области наномеханики можно считать создание нано-багги Джеймсом Туром из университета Райса. Эта молекулярная машина ездит по атомам золотой подложки с помощью световой энергии. Правда, у молекулярного автомобиля пока что нет заднего хода и рулевого управления и колеса из фуллеренов (С60 молекулы углерода, напоминающие футбольный мяч), но зато он состоит всего из 300 атомов золота и имеет собственный автономный мотор. Наномашины настолько малы (их размер составляет 3-4 нанометра), что 20 тыс. устройств можно поместить на торце человеческого волоса. Научный мир высоко оценивает работы Джеймса, так как до сих пор никому не удавалось создать движущуюся наносистему такой сложности.

#### Двигатель внутреннего сгорания из двух молекул (2006 г.). Японскими же учеными удалось синтезировать новый тип наномотора, который приводится в движение светом. В работе двух молекул используется принцип работы кривошипно-шатунного механизма совместно с поршнем, только на атомарном уровне. Решение проблемы передачи и превращения разных видов энергии одна в другую в наноразмерном диапазоне - один из открытых вопросов наномеханики, поэтому достижения японских ученых могут пригодиться при разработке наноробототехники.

#### ДНК-машины открывают путь нанороботам (2006 г.). Периодические структуры на основе молекул ДНК появились еще десять лет назад. Теперь же ученые перешли к конструированию наномеханических ДНК-машин. Недавно ученые-нанотехнологи под руководством известного ДНК-конструктора Нэда Симэна создали руку робота на основе молекулы ДНК и прикрепили ее к двумерной кристаллической ДНК-матрице. По мнению исследователей, это открытие - первый серьезный шаг к развитию наноробототехники. Универсальность молекулы ДНК позволяет тиражировать это устройство с помощью генной инженерии, и тогда ученые смогут создавать сложные наномашины с множеством манипуляторов, способные выполнять сложные запрограммированные движения.

#### Первая рабочая микросхема на нанотрубке (2006 г.). Американским ученым из IBM удалось впервые в мире создать полнофункциональную интегральную микросхему на основе углеродной нанотрубки, способную работать на терагерцевых частотах. Наноустройство работает на частоте, которая в 100 тыс. раз больше, нежели у предыдущих нанотрубочных чипов.

#### Графен - основной конкурент нанотрубок (2006 г.). У углеродных нанотрубок появился серьезный конкурент в области наноэлектроники. Это развернутая в двухмерный лист углеродная нанотрубка или наноматериал графен, на основе которого уже созданы графеновые полевые транзисторы. Благодаря уникальным свойствам углерода в пространственной решетке графена, последний характеризуется высокой мобильностью электронов, что делает графен очень перспективной основой наноэлектронных устройств.

#### Флэш-память на основе нанотрубок (2006 г.). Нанотрубочная электроника становится "теплой", и это позволит ей скорее выйти на потребительский рынок. Группе исследователей удалось создать флэш-память на основе нанотрубок. Устройство пока еще не является полноценным коммерческим продуктом, но ученые надеются, что их исследования приведут к разработке новых типов архитектуры молекулярной памяти и позволят наладить массовый выпуск таких электронных устройств. Новая флэш-ячейка - это своеобразный «бутерброд», состоящий из нанотрубок, композита и кремниевой подложки. Его толщина всего несколько нанометров. Естественно, память, изготовленная на основе «нанобутерброда» будет гораздо более миниатюрной, чем современные аналоги.

#### Создан самый быстрый полевой нанотранзистор (2006 г.). Это уникальное устройство, созданное учеными из Гарварда, состоит из германиево/кремниевого ядра и кремниевых нанострун. По мнению экспертов, это самый совершенный полевой транзистор, который когда-либо был создан. Ge/Si нанострунный полевой транзистор быстрее в 3-4 раза, чем любые современные кремниевые.

#### Транзистор из одной молекулы (2006 г.). Наименьший размер транзисторов, изготавливаемых современной микроэлектронной промышленностью, составляет 45 нанометров. Новый нанотранзистор QuIET имеет длину всего один нанометр. Нанотранзистор меньшего размера до сих пор изготовить не удавалось. По словам ученых, переход на сверхмалые транзисторы будет проходить постепенно - после окончания естественной эволюции обычных кремниевых микрочипов.

#### Дисплеи-невидимки появятся уже в 2008 году (2006 г.). Исследования по созданию «невидимой» электроники ведутся давно, но до сих пор ученым не удавалось создать материал для транзисторов, который был бы «невидимым» и в то же время обеспечивал высокую скорость работы. Теперь же учеными созданы прозрачные транзисторы, которые могут совмещаться с такими технологиями, как органические светодиоды, жидкокристаллические панели и электролюминесцентные дисплеи, которые широко используются для изготовления телевизоров, мониторов, ноутбуков и сотовых телефонов. По словам исследователей, опытные образцы мониторов на прозрачных транзисторах появятся в течение ближайших 12-18 месяцев.

#### "Святой Грааль" от электроники. В 2006 появился новый класс полупроводниковых устройств, в которые можно интегрировать нано-магниты методом точного размещения атомов металла на материал, из которого формируется подложка чипа. Таким образом ученые надеются получить контроль на атомном уровне за архитектурой чипа и произвести объединение нескольких ключевых компонентов компьютеров (процессор, память, жесткий диск) в одно устройство. Объединение этих устройств компьютеров в одно позволит уменьшить энергопотребление и увеличит скорость обработки информации. В перспективе данная технология может привести к появлению на рынке мультимедийные устройств с одним чипом, в котором будет "вся" вычислительная электроника и память. Это и "одноразовые" электронные книги, и различные мобильные мультимедийные игры, и просто "умная пыль". О массовом производстве подобных чипов пока речи нет - ученые разместили несколько атомов с помощью зонда сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), "вынув" предварительно атомы материала подложки.

#### "Жидкая броня" защитит лучше кевлара? (2006 г.). На вооружении США вскоре может появиться обмундирование нового типа, которое по своим защитным свойствам и эргономическим характеристикам превосходит современные кевларовые аналоги. Эффект сверхзащиты достигается благодаря специальному пакету из кевлара, наполненному раствором сверхтвердых наночастиц в неиспаряющейся жидкости. Как только происходит механическое давление высокой энергии на кевларовую оболочку, наночастицы собираются в кластеры, изменяя при этом структуру раствора жидкости, который превращается в твердый композит. Этот фазовый переход происходит менее чем за миллисекунду, что и позволяет защитить солдат не только от ножевого удара, но и от пули или осколка. И недавно американский холдинг-производитель солдатского обмундирования и бронежилетов U. S. Armor Holdings лицензировал технологию «жидкого бронежилета» и планирует начать его массовое производство в конце этого года.

#### Лаборатория-на-чипе: экспресс-анализатор крови (2006 г.). Исследователи из Калифорнийского технологического института разработали портативный анализатор крови, который будет выполнять точный анализ всего за 2 минуты. Они миниатюризировали счетную машину-анализатор, которая используется в обычных лабораториях, и получили устройство, не превышающее размерами мобильный телефон. В результате получилась настоящая портативная лаборатория, способная проводить анализ по капле крови.

#### Нанотрубки в регенерации тканей мозга и сердечной мышцы (2006 г.). Одним из наиболее интересных достижений ученых в области наномедицины оказалась технология восстановления поврежденной нервной такни с помощью углеродных нанотрубок. Как показали эксперименты, после имплантирования в поврежденные участки мозга специальных матриц из нанотрубок в растворе стволовых клеток уже через восемь недель ученые обнаружили восстановление нервной ткани. Однако при использовании нанотрубок либо стволовых клеток отдельно аналогичного результата не было. По мнению ученых, это открытие позволит помочь людям, страдающим болезнью Альцгеймера и Паркинсона. Наноструктуры также могут помочь в восстановительной терапии после острых сердечных заболеваний. Так, наночастицы, введенные в кровеносные сосуды мышей, помогли восстановить сердечно-сосудистую деятельность после инфаркта миокарда. Принцип метода состоит в том, что самособирающиеся полимерные наночастицы помогают «запустить» естественные механизмы восстановления сосудов.

#### Нано-Гуттенберг: первый "печатный станок" для наноструктур (2006 г.). Фундамент для будущего массового применения наносистем заложили исследователи из Северо-Западного университета США, которые разработали установку, позволяющую производить в наноразмерном диапазоне одновременно до 55 тыс. наноструктур с атомарной точностью и одинаковым молекулярным шаблоном на поверхности. Установка использует технологию нанолитографии глубокого пера, которая и позволяет делать «массовые» оттиски, как если бы наносистемы печатались на типографском станке. Но для типографских технологий одного пера будет недостаточно, поэтому ученые скомбинировали около тысячи независимо управляемых перьев. Благодаря такому подходу, нанолитография глубокого пера стала универсальным инструментом для производства полупроводниковых компонентов со сложной структурой.

# Раздел II. Перспективы развития и проблемы.

### 3.1. Экономика и финансирование.

Развитие нанотехнологий невозможно без самого современного научного оборудования (самая скромная нанолаборатория стоит не менее 10 млн. долларов). По мнению экспертов, чтобы нанотехнологии стали реальностью, ежегодно необходимо тратить не менее $1 трлн. Именно финансирование данной отрасли является первостепенным фактором развития. Нанотехнология является высокотехнологической отраслью науки, а развитие таких областей невозможно без серьёзных капиталовложений.

В 2000 г. в США принята долгосрочная президентская комплексная программа финансирования нанотехнологий (в 2001 г. – 460 млн. долларов, в 2004 г. – 1 млрд., 2005-2007 г – 1,2 млрд. долларов в год.). В 2001-2002 гг. подобные программы приняты в Евросоюзе, Японии, Китае, Южной Корее и др.  В России финансирование нанотехнологий в 2001-2004 г. не превышало 20 млн. долларов в год по всем научным программам. Но в 2005-2006 г. с утверждением новой редакции ФЦНТП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006 годы” финансирование возросло на 70 млн. долларов в год. в рамках приоритетного направления “Индустрия наносистем и материалы”.

 С начала 2007 г. в России действует Федеральная целевая программа (ФЦП) “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2012 годы” с бюджетным финансированием в размере 134 млрд. рублей (5 млрд. долларов), из которых на долю нанотехнологий приходится менее 50. В настоящее время идет создание Российской корпорации нанотехнологий, на финансирование которой в ближайшее 4 года планируется направить 180 млрд. рублей (из них 130 млрд. руб. из федерального бюджета, в 2007 г. – 30 млрд. руб.).

*Рис. 2. Финансирование программ, связанных с нанотехнологиями, в мире.*

По прогнозам Национальной Инициативы в Области Нанотехнологии США, развитие нанотехнологий через 10-15 лет позволит создать новую отрасль экономики с оборотом в $15 млрд. и примерно 2 млн. рабочих мест.

Исходя из этого, в развитых странах (США, Япония, Россия, европейские государства) объем средств, потраченных на нанотехнологии, постепенно увеличивается (рис. 2).

### 3.2. Медицина и биология.

### Сейчас одной их самых обсуждаемых, самых волнующих является тема использования нанороботов в наномедицине (рис.4), где в полной мере могли бы найти применения «таланты» нанороботов. Считается, что наноробот, введенный в организм человека, сможет самостоятельно передвигаться по кровеносной, лимфатической и нервной системам, не нанося вреда организму, изменять характеристики тканей и клеток, уничтожить микроорганизмы, вирусы и раковые клетки (рис. 3). Также они доставляют нужные лекарства именно в нужное место, не воздействуя на остальные части организма и не отторгаются его защитными системами. Теоретически нанотехнологии способны обеспечить человеку физическое бессмертие, за счет того, что наномедицина сможет бесконечно регенерировать отмирающие клетки [8]. По прогнозам журнала Scientific American уже в ближайшем будущем появятся медицинские устройства, размером с почтовую марку. Их достаточно будет наложить на рану. Это устройство самостоятельно проведет анализ крови, определит, какие медикаменты необходимо использовать и впрыснет их в кровь.

В области биологии станет возможным «внедрение» в живой организм на уровне атомов. Последствия могут быть самыми различными - от «восстановления» вымерших видов до создания новых типов живых существ, биороботов.

### 3.3. Промышленность и сельское хозяйство. Экология.

Теоретически возможно, что роботы, созданные на основе нанотехнологий, будут способны конструировать из готовых атомов любой предмет. Если это станет возможным, то произойдет замена традиционных методов производства сборкой молекулярными роботами предметов потребления непосредственно из атомов и молекул. Вплоть до персональных синтезаторов и копирующих устройств, позволяющих изготовить любой предмет.

Нанотехнологии способны произвести революцию в сельском хозяйстве. Молекулярные роботы способны будут производить пищу, заменив сельскохозяйственные растения и животных. К примеру, теоретически возможно производить молоко прямо из травы, минуя промежуточное звено - корову. Подобное «сельское хозяйство» не будет зависеть от погодных условий и не будет нуждаться в тяжелом физическом труде. А производительности его хватит, чтобы решить продовольственную проблему раз и навсегда. Однако пока что переход от производства в лаборатории к массовому производству чреват значительными проблемами, а надежную обработку материалов в наномасштабе требуемым образом все еще очень трудно реализовать с экономической точки зрения.

Нанотехнологии способны также стабилизировать экологическую обстановку. Во-первых, за счет насыщения молекулярными роботами-санитарами, превращающими отходы деятельности человека в исходное сырье, а во-вторых, за счет перевода промышленности и сельского хозяйства на безотходные нанотехнологические методы. Например, в перспективе наноматериалы позволят многократно снизить стоимость автомобильных каталитических конверторов, очищающих выхлопы от вредных примесей, поскольку с их помощью можно в 15-20 раз снизить расход платины и других ценных металлов, которые применяются в этих приборах.

Будут созданы электрические магистральные кабели на углеродных нанотрубках, которые будут проводить ток высокого напряжения лучше медных проводов, будут прочнее в 10 раз и при этом весить в пять-шесть раз меньше. Нанокраски скоро начнут применяться для нанесения магнитных знаков на ценные бумаги, что позволит более качественно защитить их от подделок. Для увеличения памяти в компьютерах и телефонах скоро будут использоваться специальные "нанотрубки".

### 3.4. Освоение космоса. Информационные и военные технологии.

Нанороботы способны воплотить в жизнь мечту фантастов о колонизации иных планет. По-видимому, освоению космоса «обычным» порядком будет предшествовать освоение его нанороботами. Огромная армия роботов-молекул будет выпущена в околоземное космическое пространство и подготовит его для заселения человеком - сделает пригодными для обитания Луну, астероиды, ближайшие планеты, соорудит из «подручных материалов» (метеоритов, комет) космические станции. Это будет намного дешевле и безопаснее существующих ныне методов. Сейчас в этом плане был создан проект космического лифта из углеродных нанотрубок (NASA и компания LiftPort Inc). За этим проектом, запуск лифта намечен на 12 апреля 2018 года.

Невероятные перспективы открываются также в области информационных технологий. Произойдет переход от ныне существующих планарных структур к объемным микросхемам, размеры активных элементов уменьшатся до размеров молекул. Рабочие частоты компьютеров достигнут терагерцовых величин. Получат распространение схемные решения на нейроноподобных элементах. Появится быстродействующая долговременная память на белковых молекулах, емкость будет измеряться терабайтами. Станет возможным «переселение» человеческого интеллекта в компьютер.

Нанотехнологии имеют и блестящее военное будущее. Военные исследования в мире ведутся в шести основных сферах: технологии создания и противодействия "невидимости" (известны самолеты-невидимки, созданные на основе технологии stealth), энергетические ресурсы, самовосстанавливающиеся системы (например, позволяющие автоматически чинить поврежденную поверхность танка или самолета), связь, а также устройства обнаружения химических и биологических загрязнений.

Наконец, за счет внедрения логических наноэлементов во все атрибуты окружающей среды она станет «разумной» и исключительно комфортной для человека.

# Заключение

С наступлением нового тысячелетия началась эра нанотехнологии. Стремительное развитие компьютерной техники, с одной стороны, будет стимулировать исследования в области нанотехнологий, с другой стороны, облегчит конструирование наномашин. Таким образом, нанотехнология будет быстро развиваться в течение последующих десятилетий.

Если человечество не будет создавать нанотехнологического оружия, то у него есть реальный шанс выжить. Причём его ждёт, если не безоблачное, то довольно светлое будущее в комфортном мире без экологических проблем. Жизнь на выживание превратится в приятную жизнь.

Перспективы нанотехнологической отрасли поистине грандиозны. Нанотехнологии кардинальным образом изменят все сферы жизни человека. На их основе могут быть созданы товары и продукты, применение которых позволит революционизировать целые отрасли экономики. Джош Волфе\Josh Wolfe, редактор аналитического отчета Forbes/Wolfe Nanotech Report, пишет: "Мир будет просто построен заново. Нанотехнология потрясет все на планете".

#  Библиография.

1. *Drexler K. Eric; “Engines of Creation.* ***The Coming Era of Nanotechnology*** *” \ "Двигатели созидания"; Anchor Books; 1986;*
2. *P. Mckeown. Nanotechnology: Step into the Future \ Нанотехнологии: Шаг в Будущее. – М.: «Вильямс», 1999. — С. 27;*
3. *Алексей Шаповалов, Алена Корнышева, Андрей Козенко, Наталья Гриб. Нанотехнологии зарядили энергией. – Газета "КоммерсантЪ" № 163(3739) от 08.09.2007;*
4. *Гладких Н.Т., Крышталь А.П., Богатыренко С.И. Особенности структурного состояния и диффузионной активности малых частиц. Мателиалы Воронежской конференции по нанотехнологиям (14-20 октября 2007 г.);*
5. *Кабаченко Л. А. Тонкоплёночные неорганические материалы. Мателиалы Воронежской конференции по нанотехнологиям (14-20 октября 2007 г.);*
6. *Марк Ратнер, Даниэль Ратнер. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи \ Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea. — М.: «Вильямс», 2006. — С. 240.*
7. *Материалы Интернет-энциклопедии Wikipedia (http://Wikipedia.org);*
8. *Материалы новостного сайта Науки и разработки - R&D.CNews (*[*http://rnd.cnews.ru/*](http://rnd.cnews.ru/)*)*
9. *Материалы с сайта о нанотехнологиях #1 в России Nanonewsnet (*[*http://www.nanonewsnet.ru*](http://www.nanonewsnet.ru)*)*
10. *Публикации нанотехнологического общества «Нанометр» (http://www.nanometer.ru)*
11. *Соловьёв М.; “Нанотехнология - ключ к бессмертию и свободе”; Компьютерра; 13.10.97; N41(218);*
12. *Хасслахер Б., Тилден М.; “Живые машины”; Природа; №4, 1995. Материалы из Internet, начиная с адреса http://nis**-www.lanl.gov/robot/index.htm*