**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение

Глава 1. Понятие и развитие нанотехнологий

* 1. Понятие нанотехнологий
  2. Нанотехнология как научно-техническое направление
  3. История развития нанотехнологий
  4. Современный уровень развития нанотехнологий
  5. Применение нанотехнологий в различных отраслях

1.5.1. Наноэлектроника и нанофотоника

1.5.2. Наноэнергетика

1.5.3. Нанотехнологии для медицины и биотехнологии

1.5.3.1. Наномедицина

1.5.3.2. Нанобиотехнологии

# 1.5.3.3. Нанокосметика

1.5.4. Нанотехнологии для легкой промышленности

1.5.5. Нанотехнологии для обеспечения безопасности

1.5.6. Нанотехнологии для сельского хозяйства и пищевой промышленности..

Глава 2. Использование нанотехнологий в машиностроении

2.1. Значение применения нанотехнологий в машиностроении..

2.2. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении (на примере автомобильной промышленности)

2.3. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий в машиностроении

2.3.1. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении.

2.3.2. Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России

Заключение

Cписок использованных источников

**Введение**

В своей дипломной работе мы решили рассмотреть такую тему, как применение нанотехнологий в машиностроении. Выбранная тема не случайна: мы считаем, что проблема развития и внедрения нанотехнологий в производственный процесс различных отраслей хозяйства России является сейчас очень важной и актуальной.

За последние несколько лет короткое слово с большим потенциалом - «нано» быстро вошло в мировое сознание. Существует множество слухов и ошибочных мнений относительно нанотехнологии. «Нано»- это не только крошечные роботы, которые могут (или не могут) завоевать мир. По сути, это огромный шаг в науке.

Нанотехнология— область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров (1 нанометр равен 10−9 метра). Нанотехнология качественно отличается от традиционных инженерных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты.

Нанотехнология сейчас находится в начальной стадии развития, поскольку основные открытия, предсказываемые в этой области, пока не сделаны. Тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных результатов позволяет относить её к высоким технологиям.

Нанотехнология и, в особенности, молекулярная технология — новые области, очень мало исследованные. Развитие современной электроники идёт по пути уменьшения размеров устройств. С другой стороны, классические методы производства подходят к своему естественному экономическому и технологическому барьеру, когда размер устройства уменьшается не намного, зато экономические затраты возрастают экспоненциально. *Нанотехнология — следующий логический шаг развития электроники и других наукоёмких производств*.

## Цель дипломной работы заключается в комплексной характеристике нанотехнологий, с учетом специфики и всех особенностей данной области прикладной науки.

## Объектом настоящего исследования является нанотехнология как область науки и техники, а предметом – особенности применения нанотехнологии в машиностроении.

## К основным задачам работы относятся:

## Определение понятия «нанотехнология».

## Рассмотрение истории развития нанотехнологии в мире вообще и в России в частности.

## Выяснение прикладного аспекта нанотехнологий, то есть особенностей применения в различных отраслях.

## Анализ возможностей, способов и методов применения нанотехнологий в машиностроении (в мире и в России).

## Выделение технологических особенностей применения нанотехнологий в машиностроении.

## Указание и прогнозирование перспектив развития нанотехнологий в машиностроении в России.

## В соответствии с поставленными задачами находится и структура дипломной работы. Материал изложен в двух основных главах:

## Первая глава носит теоретический характер – то есть в целом знакомит с нанотехнологией: понятие, история развития, возможности применения.

## Вторая глава посвящена вопросу применения нанотехнологий в машиностроении: значение, технологические особенности, приводится прогноз развития и выяснение перспектив нанотехнологий в России.

При подготовке работы для сбора необходимого материала (данных) были использованы различные информационные источники, но в основном это - экономические и научно-технические журналы, газеты, а также ресурсы сети Интернет.

В силу того, что нанотехнологии – сравнительная молодая область прикладной науки, учебной литературы по теме очень мало. Поэтому основной источник – материалы периодической печати и ресурсы глобальной информационной сети Интернет.

**Глава 1. Понятие и развитие нанотехнологий**

* 1. **Понятие нанотехнологий**

*Любой материальный предмет - это всего лишь скопление атомов в пространстве. То, как эти атомы собраны в структуру, определяет, что это будет за предмет.*

*С. Лем*

Английский термин «Nanotechnology» был предложен японским профессором Норио Танигучи в средине 70-х гг. прошлого века и использован в докладе «Об основных принципах нанотехнологии» (On the Basic Concept of Nanotechnology) на международной конференции в 1974 г., т. е. задолго до начала масштабных работ в этой области[4, С. 10-17]. По своему смыслу он заметно шире буквального русского перевода «нанотехнология», поскольку подразумевает большую совокупность знаний, подходов, приемов, конкретных процедур и их материализованные результаты – нанопродукцию.

Как следует из названия, номинально наномир представлен объектами и структурами, характерные размеры *R* которых измеряются нанометрами (1нм = 10–9м = 106мм = 10–3 мкм). Сама десятичная приставка «нано-» происходит от греческого слова νανοσ – «карлик» и означает одну миллиардную часть чего-либо. Реально наиболее ярко специфика нанообъектов проявляется в области характерных размеров *R* от атомных   
(~ 0,1 нм) до нескольких десятков нм. В ней все свойства материалов и изделий (физико-механические, тепловые, электрические, магнитные, оптические, химические, каталитические и др.) могут радикально отличаться от макроскопических. Существует более десятка причин специфичного поведения и особых свойств наноструктурных материалов и нанообъектов. Причем, их свойства существенно зависят от размеров морфологических единиц и могут быть изменены в необходимую сторону путем добавления и удаления атомов (молекул) одного сорта. Нанотехнология ‑ совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба. Данная технология подразумевает умение работать с такими объектами и создавать из них более крупные структуры, обладающие принципиально новой молекулярной организацией. Наноструктуры, построенные «из первых принципов», с использованием атомномолекулярных элементов, представляют собой мельчайшие объекты, которые могут быть созданы искусственным путем. Они характеризуются новыми физическими, химическими и биологическими свойствами и связанными с ними явлениями. В связи с этим возникли понятия нанонауки, нанотехнологии и наноинженериии (нанонаука занимается фундаментальными исследованиями свойств наноматериалов и явлений в нанометровом масштабе, нанотехнология – созданием наноструктур, наноинженерия – поиском эффективных методов их использования) (см. рис. 1).

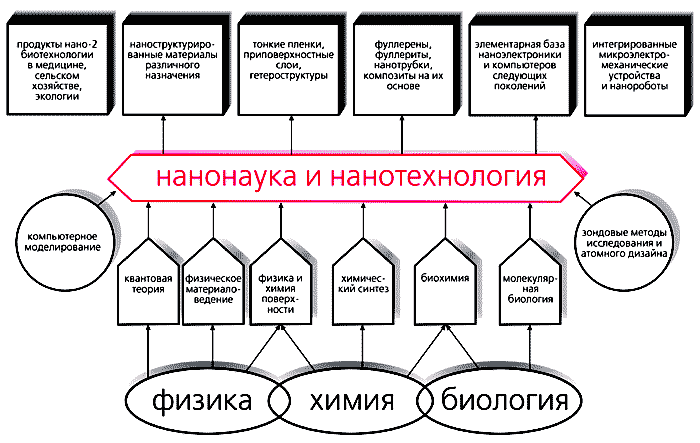


Рисунок 1. Научные основы и объекты нанонауки и нанотехнологии [2, С.33]

Наноматериалы ‑ материалы, содержащие структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками;

Наносистемная техника ‑ полностью или частично созданные на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченные системы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям.

* 1. **Нанотехнология как научно-техническое направление**

Фундаментальные исследования явлений, происходящих в структурах с размерами менее 100 нм, дали начало развитию новой области знаний, которая, очевидно, в обозримом будущем внесет революционные изменения в технологии XXI века. Подобным структурам соответствует такое состояние вещества, когда в их поведении проявляются и доминируют принципиально новые явления, в числе которых квантовые эффекты, статистические временные вариации свойств и их масштабирование в зависимости от размеров структур, преобладающее влияние поверхности, отсутствие дефектов в объеме монокристаллов, значительная энергонасыщенность, определяющая высокую активность в химических реакциях, процессах сорбции, спекания, горения и т.п. Эти явления наделяют наноразмерные частицы и структуры уникальными механическими, электрическими, магнитными, оптическими, химическими и другими свойствами, которые открывают дверь в принципиально новую область манипулирования материей с применениями, трудно представимыми в обычной ситуации [5, С.7-20].

Отличие свойств малых частиц от свойств массивного материала известно ученым давно и используется в различных областях техники. Примерами наноразмерных структур могут служить широко применяемые аэрозоли, красящие пигменты, цветные стекла, окрашенные коллоидными частицами металлов. Впечатляющие примеры связаны с биологией, где живая природа демонстрирует нам наноструктуры на уровне клеточного ядра. В этом смысле собственно нанотехнология, как научное направление, не является чем-то новым. Качественная характеристика нанотехнологии заключается в практическом *использовании нового уровня знаний* о физико-химических свойствах материи. В этом одновременно и исключительность нанотехнологии – новый уровень знаний предполагает выработку *концептуальных изменений* в направлениях развития техники, медицины, сельскохозяйственного производства, а также изменений в экологической, социальной и военной сферах.

Важной отличительной особенностью нанометрового масштаба является также способность молекул самоорганизовываться в структуры различного функционального назначения, а также порождать структуры, себе подобные (эффект саморепликации). Методами так называемого механосинтеза реализуются новые, не имеющие аналогов, молекулярные соединения. Проведены эксперименты, в которых тысячи и десятки тысяч молекул соединяются в кристаллы, обладающие изначально заданными свойствами, которые не встречаются у природных материалов.

Использование перечисленных выше свойств в практических приложениях и составляет *суть нанотехнологии*. На ее основе уже реализованы образцы наноструктурированных сверхтвердых, сверхлегких, коррозионно- и износостойких материалов и покрытий, катализаторов с высокоразвитой поверхностью, нанопористых мембран для систем тонкой очистки жидкостей, сверхскоростных приборов наноэлектроники.

Вывод: нанотехнологии - это принципиально новый, надотраслевой приоритет, он един для всех отраслей науки и промышленности. Фактически переход к нанотехнологиям знаменует переход цивилизации в ближайшие 10-20 лет к принципиально новому экономическому укладу.

Когда речь идет о развитии нанотехнологий, имеются в виду три направления:

* изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, размерами сравнимыми с размерами молекул и атомов;
* разработка и изготовление наномашин, т.е. механизмов и роботов размером с молекулу;
* непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них всего существующего.

Сегодня львиная доля производственных затрат человека идут, как это ни парадоксально, на производство отходов и загрязнение окружающей среды. Если же мы будем целенаправленно создавать необходимые нам материальные объекты, конструируя их из атомов и молекул, с помощью нанотехнологий, это приведет радикальному снижению материальных и энергетических затрат общества в целом.

Таким образом, нанотехнологии - это, во-первых, технологии атомарного конструирования, во-вторых, - принципиальный вызов существующей системе организации научных исследований, и, в-третьих, - философское понятие, возвращающее нас к целостному восприятию мира на новом уровне знаний.

* 1. **История развития нанотехнологии**

Отцом нанотехнологии можно считать греческого философа Демокрита. Примерно в 400 г. до н.э. он впервые использовал слово «атом», что в переводе с греческого означает «нераскалываемый», для описания самой малой частицы вещества.

Примером первого использования нанотехнологий можно назвать – изобретение в 1883 году фотопленки Джорджем Истмэном, который впоследствии основал известную компанию Kodak.

Один нанометр (от греческого «нано» - карлик) равен одной миллиардной части метра. На этом расстоянии можно вплотную расположить примерно 10 атомов. Пожалуй, первым ученым, использовавшим эту единицу измерения, был Альберт Эйнштейн, который в 1905 г. теоретически доказал, что размер молекулы сахара равен одному нанометру[17].

Но только через 26 лет немецкие физики Эрнст Руска, получивший Нобелевскую премию в 1986 г., и Макс Кнолл создали электронный микроскоп, обеспечивающий 15-кратное увеличение (меньше, чем существовавшие тогда оптические микроскопы), он и стал прообразом нового поколения подобных устройств, позволивших заглянуть в наномир.

***1932 г.*** Голландский профессор Фриц Цернике, Нобелевский лауреат 1953 г., изобрел фазово-контрастный микроскоп - вариант оптического микроскопа, улучшавший качество показа деталей изображения, и исследовал с его помощью живые клетки (ранее для этого приходилось применять красители, убивавшие живые ткани).

Интересно, что Цернике предлагал свое изобретение фирме «Цейс», но менеджеры не осознали его перспективности, хотя сегодня такие микроскопы активно применяются в медицине.

***1939 г.*** Компания Siemens, в которой работал Руска, выпустила первый коммерческий электронный микроскоп с разрешающей способностью 10 нм.

Днем рождения нанотехнологий считается *29 декабря 1959 г*. Профессор Калифорнийского технологического института Ричард Фейман выступил с лекцией на ежегодной встрече Американского физического общества в Калифорнийском технологическом институте. В этом докладе, названном «На дне много места», он выразил идею «управления и контроля материалов на микроскопическом уровне», подчеркивая, что речь идет не только о миниатюризации, но и о таких возможностях, как размещение всей Британской Энциклопедии на кончике булавки. По мнению Ричарда, достигнуть этого можно уменьшая обычные размеры в 25 000 раз без потери разрешения. Он предполагал, что используя подобные технологии, можно уместить все мировое собрание книг в одну брошюру. «Такое возможно, — сказал Фейман, — в силу сохранения объектами свойства размерности, несмотря на то, что речь идет об атомном уровне».

Хотя Фейман никогда не упоминал понятие «нанотехнологии», он обратил внимание на возможность создания микроскопических приборов и невероятно маленьких компьютеров, которые как хирурги могли бы проникать в наши тела и выполнять определенные задачи. Многие ученые восприняли идеи Ричарда как шутку, учитывая его знаменитое чувство юмора. Однако, он предложил награду в 1000$ тому, кто первым уменьшит страницу к 1/25 000 ее первоначального размера так, чтобы ее можно было прочитать с помощью электронного микроскопа. В 1985 году выпускник Стэнфорда Том Ньюмэн, используя электронный луч, записал первую страницу «Истории двух городов» Чарльза Диккенса на кончике булавки. Отправив результаты своего труда Фейману, он в течение двух недель получил от него чек.

Многие ученые до сих пор удивляются, на сколько точны были предположения Ричарда Феймана. В своей оригинальной речи он подчеркивал те огромные возможности, появляющиеся при работе на молекулярном уровне. Фейман хотел подтолкнуть людей в нужном направлении, чтобы в будущем, «Оглядываясь на наше время, — говорил он, — Все удивлялись, почему только в 1960 году кто-либо начал серьезно задумываться над этим вопросом».

***1966 г.*** Американский физик Рассел Янг, работавший в Национальном бюро стандартов, придумал пьезодвигатель, применяемый сегодня в сканирующих туннельных микроскопах и для позиционирования наноинструментов с точностью до 0,01 ангстрем (1 нм = 10 A°).

***1968 г.*** Исполнительный вице-президент компании Bell Альфред Чо и сотрудник ее отделения по исследованиям полупроводников Джон Артур обосновали теоретическую возможность использования нанотехнологий в решении задач обработки поверхностей и достижения атомной точности при создании электронных приборов.

***1971 г.*** Рассел Янг выдвинул идею прибора Topografiner, послужившего прообразом зондового микроскопа. Столь длительные сроки разработки подобных устройств объясняются тем, что наблюдение за атомарными структурами приводит к изменению их состояния, поэтому требовались качественно новые подходы, не разрушающие исследуемое вещество.

Правда, вскоре работы над Topografiner были прекращены, и признание к Янгу пришло только в 1979 г., после чего он получил множество наград.

***1974 г.*** Японский физик Норио Танигучи, работавший в Токийском университете, предложил термин «нанотехнологии» (процесс разделения, сборки и изменения материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой), быстро завоевавший популярность в научных кругах.

***1982 г.*** В Цюрихском исследовательском центре IBM физики Герд Бинниг и Генрих Рорер (Нобелевские лауреаты 1986 г. вместе с Эрнстом Руской) создали сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), позволяющий строить трехмерную картину расположения атомов на поверхностях проводящих материалов.

СТМ действовал по принципу, схожему с заложенным в Topografiner, но швейцарцы создали его независимо от Янга, добившись значительно большей разрешающей способности и распознав отдельные атомы в кальциево-иридиево-оловянных кристаллах.

Главной проблемой в исследовании были фоновые помехи - острие микроскопа, позиционировавшееся с точностью до долей атома, сбивалось от малейших шумов и вибраций на улице.

***1985 г.*** Трое американских химиков: профессор Райсского университета Ричард Смэлли, а также Роберт Карл и Хэрольд Крото (Нобелевские лауреаты 1996 г.) открыли фуллерены - молекулы, состоящие из 60 атомов углерода, расположенных в форме сферы. Эти ученые также впервые сумели измерить объект размером 1 нм.

***1986 г.*** Герд Бинниг разработал сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп, позволивший наконец визуализировать атомы любых материалов (не только проводящих), а также манипулировать ими.

***1986 г.*** Американский ученый Эрик Дрекслер, работавший в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института, написал книгу «Машины созидания» («Engines of Creation»), в которой выдвинул концепцию универсальных молекулярных роботов, работающих по заданной программе и собирающих что угодно (в том числе и себе подобных) из подручных молекул.

Эта идея была, видимо, навеяна Дрекслеру его основной деятельностью - в задачах искусственного интеллекта идея самовоспроизводящихся устройств встречается постоянно.

Ученый уже тогда довольно точно предсказал немало грядущих достижений нанотехнологий, и начиная с 1989 г. его прогнозы сбываются, причем нередко со значительным опережением сроков.

***1987-1988 гг.*** В НИИ «Дельта» под руководством П. Н. Лускиновича заработала первая российская нанотехнологическая установка, осуществлявшая направленный уход частиц с острия зонда микроскопа под влиянием нагрева.

***1989 г.*** Ученые Дональд Эйглер и Эрхард Швецер из Калифорнийского научного центра IBM сумели выложить 35 атомами ксенона на кристалле никеля название своей компании.

Для первого в мире целевого переноса отдельных атомов в новое место они использовали СТМ производства IBM. Правда, такая надпись просуществовала недолго - атомы быстро разбежались с поверхности.

Но сам факт наличия постороннего атома в молекулярной структуре некоторого вещества открывал потенциальную возможность создания молекулярных автоматов, трактующих наличие или отсутствие такого атома в некоторой позиции как логическое состояние.

***1991 г.*** Японский профессор Сумио Лиджима, работавший в компании NEC, использовал фуллерены для создания углеродных трубок (или нанотрубок) диаметром 0,8 нм. На их основе в наше время выпускаются материалы в сто раз прочнее стали.

Оставалось научиться делать такие трубки как можно более длинными - их размеры оказались напрямую связаны с прочностью изготавливаемых веществ. Кроме того, открылась возможность собирать из нанотрубок различные наномеханизмы с зацепами и шестеренками.

Компьютерщик Уоррен Робинет и химик Стэн Уильямс, сотрудники университета Северной Каролины, изготовили наноманипулятор - робот размером с человека, состыкованный с атомным микроскопом и управляемый через интерфейс виртуальной реальности.

Оператор, манипулируя отдельными атомами, с его помощью мог физически ощущать многократно усиленную отдачу от модифицируемого вещества, что значительно ускоряло работу.

Пытаться делать прикладные наноустройства без такого комплекса до того времени было немыслимо.

***1991 г.*** В США заработала первая нанотехнологическая программа Национального научного фонда. Аналогичной деятельностью озаботилось и правительство Японии. А вот в Европе серьезная поддержка таких исследований на государственном уровне началась только с 1997 г.

***1997 г.*** Эрик Дрекслер объявил, что к 2020 г. станет возможной промышленная сборка наноустройств из отдельных атомов. До сего времени почти все его прогнозы сбывались с опережением.

***1998 г.*** Сиз Деккер, голландский профессор Технического университета г. Делфтса, создал транзистор на основе нанотрубок, используя их в качестве молекул. Для этого ему пришлось первым в мире измерить электрическую проводимость такой молекулы.

Появились технологии создания нанотрубок длиной 300 нм.

В Японии запущена программа «Astroboy» по развитию наноэлектроники, способной работать в условиях космического холода и при жаре в тысячи градусов.

***1999 г*.** Американские ученые - профессор физики Марк Рид (Йельский университет) и профессор химии Джеймс Тур (Райсский университет) - разработали единые принципы манипуляции как одной молекулой, так и их цепочкой.

***2000 г.*** Немецкий физик Франц Гиссибл разглядел в кремнии субатомные частицы.

Его коллега Роберт Магерле предложил технологию нанотомографии - создания трехмерной картины внутреннего строения вещества с разрешением 100 нм. Проект финансировала компания Volkswagen.

Правительство США открыло Национальную нанотехнологическую инициативу (NNI). В бюджете США на это направление выделено 270 млн. долл., коммерческие компании вложили в него в 10 раз больше.

***2001 г.*** Реальное финансирование NNI превысило запланированное (422 млн. долл.) на 42 млн.

***2002 г.*** Сиз Деккер соединил углеродную трубку с ДНК, получив единый наномеханизм. Финансирование NNI составило 697 млн. долл. (на 97 млн. больше плана).

***2003 г.*** Профессор Фенг Лью из университета Юты, используя наработки Франца Гиссибла, с помощью атомного микроскопа построил образы орбит электронов путем анализа их возмущения при движении вокруг ядра.

**1.4. Современный уровень развития нанотехнологий**

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[3, С. 51-55].

Общемировые затраты на нанотехнологические проекты превышают $9 млрд. в год. На долю США приходится примерно треть всех мировых инвестиций в нанотехнологии. Другие главные игроки на этом поле - Европейский Союз и Япония. Исследования в этой сфере активно ведутся также в странах бывшего СССР, Австралии, Канаде, Китае, Южной Корее, Израиле, Сингапуре, Бразилии и Тайване. Прогнозы показывают, что к 2015 году общая численность персонала различных отраслей нанотехнологической промышленности может дойти до 2 млн. человек, а суммарная стоимость товаров, производимых с использованием наноматериалов, составит, как минимум, несколько сотен миллиардов долларов и, возможно, приблизится к $1 трлн. В общей сложности американская промышленность и индустрия других развитых стран сейчас применяют нанотехнологии в процессе производства, как минимум, 80 групп потребительских товаров и свыше 600 видов сырьевых материалов, комплектующих изделий и промышленного оборудования.

**1.5. Применение нанотехнологий в различных отраслях**

1.5.1. Наноэлектроника и нанофотоника

Существуют следующие основные направления наноэлектроники:

1. Кремниевая электроника.
2. Электроника на механотранзисторах.
3. Электроника на нанотрубках.
4. Молекулярная электроника.
5. Одноэлектроника.
6. Спинтроника.
7. Квантовая электроника.
8. Многозондовые системы.
9. Гибкая электроника.

*Электроника на механотранзисторах.* По своим размерам современные транзисторы могут быть всего в несколько раз больше молекулы. Однако даже эти компоненты намного больше, чем новое поколение наноэлементов, в которых вместо кремния будут использоваться органические соединения и углеродные нанотрубки. Нанотехнологии позволят не только уменьшить размеры микросхем, но и увеличить количество транзисторов в них, что значительно повысит производительность[9, С. 3-13].

*Электроника на нанотрубках.* Размеры углеродных нанотрубок сопоставимы с размерами молекул. Средний диаметр однослойной углеродной нанотрубки составляет около 1 нанометра. Если же удастся «заставить» одну нанотрубку хранить один бит информации, то память на их основе будет хранить колоссальные объемы информации, ведь современные ячейки flash-памяти, хранящие один бит информации, имеют размеры от 50 до 90 нанометров.

*Квантовая электроника.* Исследователям из японского Национального Института материаловедения удалось перенести старую технологию механоэлектрических выключателей на квантовый уровень. Они создали миниатюрный механический выключатель, подобный тем, которые по сей день используется во многих бытовых приборах. Принцип работы выключателя прост - при подаче напряжения на устройство, между двумя нанопроводниками возникает или распадается мостик из серебра, который выполняет роль проводника. Длина мостика, по которому протекает ток - всего 1 нанометр. На отрезке длиной 1 нанометр можно расположить 10 атомов водорода. Поэтому сообщение о создании нового квантового устройства претендует на сенсацию.

Одной из перспективнейших отраслей применения нанотехнологий является *компьютерная техника*. Несмотря на значительную миниатюризацию и оптимизацию современных устройств, имеющихся на рынке, нанотехнологии смогут совершить в этой сфере настоящую революцию. В этом случаи размеры действующих элементов микропроцессоров и устройств памяти приближаются к квантовым пределам, то есть границам мельчайших единиц материи и энергии - когда работает один электрон, один спин, квант магнитного потока, энергии и т.д. Это сулит быстродействие порядка ТГц (~1012 операций в секунду), плотность записи информации ~103 Тбит/см2, что намного порядков выше, чем достигнутые сегодня, а энергопотребление - на несколько порядков ниже. При такой плотности записи в жестком диске - размерами с наручные часы - можно было бы разместить громадную библиотеку национального масштаба или фотографии, отпечатки пальцев, медицинские карты и биографии всех  жителей Земли.

*Нанофотоника..* Компании, занимающиеся нанофотоникой, разрабатывают высокоинтегрированные компоненты оптических коммуникаций с применением технологий нанооптики и нанопроизводства. Такой подход к изготовлению оптических компонентов позволяет ускорить получение их прототипов, улучшить технические характеристики, уменьшить размеры и снизить стоимость.

1.5.2. Наноэнергетика

Наоэнергетика включает в себя[14]:

1. Энергетические системы
2. Генерация энергии: солнечные батареи, термоэлектрические элементы, микрожидкостные генераторы, ядерные установки, термоядерные установки, батарейки и аккумуляторы.
3. Топливные элементы: водородные элементы, передача энергии (высокотемпературные сверхпроводники, формирование градиента температур)

*Солнечные батареи.* Солнечную батарею толщиной в бумажный лист, которую можно гнуть и сворачивать, создала японская электротехническая компания Sharp. Как сообщает сегодня токийская печать, батарея в виде пленки имеет толщину от 1 до 3 микрометров - то есть, от одной до трех тысячных миллиметра. Это меньше современных аналогов примерно в сто раз. Компания собирается начать промышленное производство новики уже в этом году. Слоями солнечных батарей планируется покрывать мобильные телефоны, автомобили и даже специальную одежду. Пленка площадью в две визитные карточки весит всего один грамм и обладает мощностью в 2,6 ватт. По словам разработчиков, этого уже достаточно, чтобы обеспечить электропитанием велосипедный фонарь.

*Батарейки и аккумуляторы.* Компания Toshiba разработала литиево-ионную батарею на основе наноматериалов, которая заряжается примерно в 60 раз быстрее обычной. За одну минуту её можно заправить на 80%, а полная ёмкость аккумулятора (у первого образца она была равна 600 миллиампер-часов) заполняется через несколько минут (см. рис. 2).

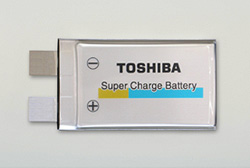


Рисунок 2. Нанобатарейка (3,8х62х35 мм)

Создать нанобатрейку удалось благодаря новой технологии, основанной на использовании наночастиц, находящихся в составе материала отрицательного электрода батареи. При зарядке батареи, наночастицы быстро собирают и хранят ионы лития. На рынке скоростная батарейка появилась в 2006 году.

*Топливные элементы.* Уникальные свойства углеродных нанотрубок (УНТ) и нановолокон (УНВ) – высокая удельная поверхность, электропроводность, прочность - позволяют создавать на их основе эффективные носители катализаторов для различных процессов. В последнее время большое внимание уделяют топливным элементам с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). В России их успешные исследования и разработки ведутся в РНЦ «Курчатовский институт» и некоторых других организациях. В качестве носителей катализаторов сейчас, как правило, используют сажу или технический углерод. Недавние эксперименты показали, что замена их на углеродные нанотрубки или нановолокна позволяет повысить активность электрокатализаторов и эффективность работы топливных элементов с ТПЭ.

1.5.3. Нанотехнологии для медицины и биотехнологии

1.5.3.1. Наномедицина

Современная технология – нанотехнология - 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 (органелл) и молекул.

Современные приложения нанотехнологий в медицине можно разделить на несколько групп[10, С.212-247]:

*1. Наноструктурированные материалы, в т. ч., поверхности с нанорельефом, мембраны с наноотверстиями.*В настоящее время достигнуты успехи в изготовлении наноматериала, имитирующего естественную костную ткань.

*2. Наночастицы (в т. ч., фуллерены и дендримеры).*Спектр возможных применений чрезвычайно широк. Он включает борьбу с вирусными заболеваниями такими, как грипп и ВИЧ, онкологическими и нейродегенеративными заболеваниями, остеопорозом, заболеваниями сосудов. Наносферы могут использоваться и в диагностике, например, как рентгеноконтрастное вещество, прикрепляющееся к поверхности определённых клеток и показывающее их расположение в организме.

*3. Микро- и нанокапсулы.*Миниатюрные (~1 мк) капсулы с нанопорами могут быть использованы для доставки лекарственных средств в нужное место организма. Уже испытываются подобные микрокапсулы для доставки и физиологически регулируемого выделения инсулина при диабете 1-го типа.

*4. Нанотехнологические сенсоры и анализаторы.*Использование микро- и нанотехнологий позволяет многократно повысить возможности по обнаружению и анализу сверхмалых количеств различных веществ. Одним из вариантов такого рода устройства является «лаборатория на чипе» (lab on a chip). Это пластинка, на поверхности которой упорядоченно размещены рецепторы к нужным веществам, например, антитела. Такое устройство, способное обнаруживать буквально отдельные молекулы может быть использовано при определении последовательности оснований ДНК или аминокислот, обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний, токсических веществ.

*5. Медицинские применения сканирующих зондовых микроскопов.* Сканирующие микроскопы представляют собой группу уникальных по своим возможностям приборов. Они позволяют достигать увеличения достаточного, чтобы рассмотреть отдельные молекулы и атомы.

*6. Наноинструменты и наноманипуляторы.*Наноманипуляторами можно назвать устройства, предназначенные для манипуляций с нанообъектами - наночастицами, молекулами и отдельными атомами. Примером могут служить сканирующие зондовые микроскопы, которые позволяют перемещать любые объекты вплоть до атомов.

*7. Микро- и наноустройства различной степени автономности.* В настоящее время всё большее распространение получают миниатюрные устройства, которые могут быть помещены внутрь организма для диагностических, а возможно, и лечебных целей. Современное устройство, предназначенное для исследования желудочно-кишечного тракта, имеет размер несколько миллиметров, несёт на борту миниатюрную видеокамеру и систему освещения. Полученные кадры передаются наружу.

1.5.3.2. Нанобиотехнологии

Особое место в нанотехнологиях занимает область нанобиотехнологий. Речь идет о создании устройств с использованием биологических макромолекул в целях изучения или управления биологическими системами[1, С.58-73].

Нанобиотехнология объединяет достижения нанотехнологии и молекулярной биологии. В ней широко используется способность биомолекул к самосборке в наноструктуры. Так, например, липиды способны спонтанно объединяться и формировать жидкие кристаллы. ДНК используется не только для создания наноструктур, но и в качестве важного компонента наномеханизмов. Предполагается, например, что вместо того, чтобы создавать кремниевую основу микросхем, нанотехнологи смогут использовать двухцепочечную молекулу ДНК, особенности которой позволяют объединять атомы в предсказуемой последовательности.

По мнению ряда ученых, нанобиотехнологии существенно упрощают и ускоряют решение традиционных проблем генетики сельскохозяйственных видов. Таких, к примеру, как контроль происхождения, выявление носителей неблагоприятных мутаций или инфекций, а также генов, связанных с желательными хозяйственно ценными признаками, включая устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.

# 1.5.3.3. Нанокосметика

Использование нанотехнологий в косметике началось сравнительно недавно[18].

**L'Oreal**, мировой лидер по производству косметики, вкладывает миллионы в исследования нанотехнологии. Компания верит в то, что будущее именно за нанокосметикой — когда-нибудь она поможет замедлить старение кожи, предотвратить появление седых волос и даже облысение.

Несколько лет назад **L'Oreal** выпустила на рынок знаменитый крем **Revitalift**, содержащий наносомы Про-Ретинола А, и, по заверению компании, этот крем впитывается в кожу куда лучше, чем кремы других марок, за счет особых микрочастиц (см. рис. 3).**Традиционные кремы лишь образовывали барьер, защищающий кожу от потери влаги, тогда как лореалевская новинка с помощью микрочастиц действовала на более глубокие слои кожи и стимулировала обновление клеток**.



**Рисунок 3. Крем компании L'Oreal[18]**

**Dior** «выступил» на рынок с «липосомами», которые по своей функции похожи на лореалевские «наносомы». **Estee** и Johnson & Johnson также стали производить продукцию с использованием нанотехнологий.

Большинство обычных кремов из числа так называемой «поверхностной косметики» не достигают глубоких слоев кожи, оставаясь на поверхности. Такие кремы могут хорошо защищать кожу и не более того. Нанокосметика действует на уровне атомов, доставляя увлажняющие компоненты и антиоксиданты в так называемых «наносферах» или «наносомах» — маленьких капельках, которые в миллионы раз меньше частицы песка. **В теории, эти наносомы проникают очень глубоко в кожу, принося с собой увлажняющие компоненты и удаляя мертвые клетки глубоко под поверхностным слоем кожи**.

Однако косметологи не остановились на наносомах и предложили потребителям так называемые «нанокомплексы», объединяющие активные вещества, измельченные до размера «нано», в системы. Нанокомплексы могут быть заранее «запрограммированы» под определенную проблему и высвобождать активные вещества именно там, где это необходимо.

У бренда лечебной косметики для волос **Kerastase**, принадлежащего компании **L’Oreal**, есть несколько продуктов для волос, созданных с использованием нанотехнологий.

Нанотехнологии используются не только при производстве увлажняющих кремов, но и солнцезащитных средств. Оказывается, солнцезащитный крем может быть практически неощутимым, но, в то же время, способным защитить от вредного солнечного излучения на самом высоком уровне.

1.5.4. Нанотехнологии для легкой промышленности

***Наноматериалы в текстиле.*** Текстиль на основе наноматериалов приобретает уникальные по своим показателям водонепроницаемость, грязеотталкивание, теплопроводность, способность проводить электричество и другие свойства[19].

Наноматериалы могут иметь в своем составе наночастицы, нановолокна и другие добавки. Например, компания Nano-Tex успешно производит ткани, улучшенные с помощью нанотехнологий. Одна из таких тканей обеспечивает абсолютную **водонепроницаемость:** благодаря изменению молекулярной структуры волокон, капли воды полностью скатываются с полотна, которое при этом «дышит».

А американская компания NanoSoni **c**разработала уникальную технологию, позволяющую создавать материалы с невозможными в природе свойствами, в частности, листы полимера, гибкие и упругие, как резина, и проводящие ток, как металл. Новый продукт назвали Metall Rubber- **металлизированная резина.**

Из «горячих новинок» текстильного нанорынка следует отметить **утеплительный материал** Aspen's Pyrogel AR5401, изготовленный на основе полимерного материала с нанопорами. Благодаря им материал ведет себя как хороший теплоизолятор. Компания Aspen Aerogels в марте 2004 г. начала производство из нового материала утепляющих стелек для обуви.  Эти стельки заказывали: команда, выигравшая в 2004 г. марафон к Северному полюсу, одна из канадских лыжных команд и элитное спецподразделение армии США. Отзывы заказчиков о продукте были схожими: это универсальное решение для работы в экстремальных условиях. ***Нанопокрытия.*** Нано­техно­логии также применяются для улучшения свойств традиционного текстиля и изделий из него. В этом случае на текстиль наносятся покрытия,  модифицирующие его в  микронном и субмикронном размерных диапазонах. Энергосберегающая технология фотокатализа очищает поверхность текстиля без применения химикатов и энергии, исключительно под воздействием нанокатализаторов, нанесенных с использованием традиционного текстильного оборудования, солнечного света и воды. Гонконгские ученые создали покрытие на основе наночастиц, которое предотвращает загрязнение ткани, а также способствует ее обеззараживанию. Некоторые нанопокрытия доступны и на  российском рынке. Это обеззараживающие покрытия на основе наночастиц серебра и оксида цинка а также покрытия, создающие устойчивый слой, который не пропускает ультрафиолет. ***Электроника и*** *микроэлектромеханические системы* ***(МЭМС).*** Интеграция в текстиль микро- и наноэлектроники, а также МЭМС существенно расширяет возможности повседневной одежды, которую можно использовать в качестве средства связи и даже персонального компьютера. А изготовление текстиля со встроенными датчиками позволит производить мониторинг состояния тела человека. Это, безусловно, откроет новые возможности в медицинской практике, спорте и жизнеобеспечении в экстремальных условиях (см. рис. 4).



Рисунок 4. «Умная» одежда с использованием нанотехнологий[19]

Исследователи из университета штата Аризона под руководством профессора **Фредерика Ценгаусерна**  пытаются создать **биометрическую одежду**, интегрировав в обычное трико, которым часто пользуются спортсмены, гибкий дисплей, набор сенсоров для детекции вредных веществ, микроскопический топливный элемент, микронасосы и т.д. Не удивительно, что такой «навороченный» костюм предназначается для военного применения, но может использоваться и в мирных отраслях, например, в медицине, где он сам проверит состояние больного (например, диабетика) и сам вовремя сделает необходимые инъекции.

***Биомиметика в текстиле.*** В современных  нанотехнологих широко используется прием, называемый биомиметикой, суть которого состоит в том, чтобы «подсмотреть» и повторить успешное решение проблемы, которое использует сама природа. Так, например, была получена «самоочищающаяся» ткань, секрет которой подсказал цветок лотоса. Американские исследователи из университета Клемсона (Clemson University) на основе детальных исследований структуры листьев лотоса создали **«самоочищающееся» покрытие**, которое отталкивает гораздо больше воды и грязи, чем обычные ткани. Принцип действия позаимствован у природы. Как было установлено, листья  лотоса обладают свойством «самостоятельного очищения», их поверхность отталкивает большую часть грязи и воды. Поверхность листа лотоса устроена таким образом, что капля воды катится по нему, собирая грязь. А на гладкой поверхности, наоборот, капля воды, сползая, оставляет грязь на месте. Исследователи повторили этот механизм,  нанеся разработанное покрытие на волокна ткани. Покрытие устойчиво и не разрушается при очистке и механическом воздействии. Созданная ткань, использующая этот принцип, даже если ее пытаться сильно испачкать, будет отталкивать большинство мокрой грязи. А оставшуюся можно будет легко смыть обычной водой. Использование различных наночастиц в составе нового покрытия, безвредного для окружающей среды, позволит ткани приобрести ряд полезных свойств: от поглощения неприятных запахов до уничтожения микроорганизмов.

Это лишь малая толика тех достижений, которые уже вышли на рынок и могут быть использованы предпринимателями. В будущем количество наноновинок возрастет многократно, и текстильная промышленность без них не обойдется. Исследовательские работы в области нанотехнологий, которые ведутся во многих странах мира, направлены, в первую очередь, на их коммерциализацию. Так что стоит ждать в ближайшем будущем появления умной и комфортной одежды по вполне приемлемым ценам.

Что касается России, то сегодня более 90% швейных предприятий страны применяют разработанные институтом технологии изготовления одежды. Но не один только ЦНИИШП занимается внедрением нанотехнологий в лёгкую промышленность. В России существует Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности (ЦНИИХБП), институт пластмасс, учебные и текстильные институты.

1.5.5. Нанотехнологии для обеспечения безопасности

Современные достижения в области наноматериалов и нанотехнологий открывают новые возможности для повышения в десятки раз тактико-технических характеристик систем безопасности и являются по своей сути инновационными, поскольку направлены на создание, главным образом, новой продукции, востребованной рынком систем безопасности. В ближайшие 3–10 лет наиболее перспективны следующие направления использования нанотехнологий в  системах безопасности[15]:

1. Новые средства и методы контроля и защиты документов от подделки, например на основе наноматериалов, микропечати, тонких электронных схем, бумаги с добавлением наночастиц, компактных устройств считывания данных.
2. Системы контроля доступа в  помещения на основе наносенсоров, например считыватели отпечатков пальца, теплового рисунка вен руки или головы, геометрической формы руки в динамике.
3. Многофункциональные сенсоры «электронный нос» для обнаружения и идентификации сверхмалых количеств взрывчатых, наркотических и опасных веществ.
4. Более компактные, чуткие и  информативные портативные и  стационарные металлоискатели и детекторы движения на основе наносенсоров.
5. Распределенные массивы наносенсоров типа «умная пыль» для охраны границ и периметров объектов.
6. Магниторезонансные установки для точного анализа объемного содержания закрытых емкостей и  грузов в аэропортах, на проходных, на таможне.

Примеры создания перспективных технических средств и систем безопасности на базе нанотехнологий и наноматериалов, имеющие высокую степень завершенности исследований:

1. Антитеррористические средства, в т.ч. гиперспектральные наноанализаторы сверхнизких концентраций взрывчатых, наркотических и других запрещенных к распространению веществ.
2. Системы контроля и управления доступа, паспортного и миграционного контроля, в т.ч.:
   * идентификационные документы и  системы контроля и управления доступа на базе нанометок и нанопамяти, включая системы для идентификации лиц на основе получения, записи на защищенный носитель (нанопамять) и цифровой обработки трехмерного видеоизображения;
   * замковые устройства для режимных помещений с уникальными электронными ключами – нанометками;
   * электронные заграничные паспорта второго поколения и миграционные удостоверения с нанопамятью 1–10 Гбайт.

В настоящее время в нашей стране сформированы кооперации соисполнителей, способные в кратчайшие сроки реализовать проекты по созданию перспективных систем безопасности. Дело за инвестированием инновационных проектов. И здесь роль государства, как никогда, велика.

1.5.6. Нанотехнологии для сельского хозяйства и пищевой промышленности

Направления использования нанотехнологий в сельском хозяйстве связаны с воспроизводством сельскохозяйственных видов, переработкой конечной продукции и улучшением ее качества. Нанотехнологии уже используют для обеззараживания воздуха и различных материалов, в том числе кормов и конечной продукции животноводства; обработки семян и урожая в целях его сохранения. Их применяют при стимуляции роста растений; лечении животных; улучшении качества кормов[21]. Есть опыт внедрения этих технологий для уменьшения энергоемкости производства, оптимизации методов обработки сырья и увеличения выхода конечной продукции; разработки новых упаковочных материалов, позволяющих долго сохранять конечную продукцию.

Под эгидой ФАО создана база данных о 160 проектах использования нанотехнологий в сельском хозяйстве, которые финансировались и разрабатывались на 2006 г. Большинство из них связано с пищевой промышленностью, с использованием наноматериалов для упаковки пищи или определения и, в отдельных случаях, нейтрализации опасных токсинов, аллергенов или патогенов. Развиваются проекты по созданию и улучшению пищевых добавок, получению растительного масла с нанодобавками, которые препятствуют поступлению холестерина в кровь млекопитающих.

Другая группа проектов направлена на развитие более эффективных и средосберегающих агротехнологий. Например, использование наноматериалов для очистки вод в агроэкосистемах. Или их применение для переработки отходов растениеводства в этанол. В животноводстве разрабатывают методы использования нанодобавок в целях уменьшения доз ростовых факторов и гормонов, нейтрализации патогенов на ранних стадиях их контакта с животными.

Таким образом, преимущества и возможности использование нанотехнологий и наноматериалов очевидны. Поэтому вполне объясним повышенный интерес к этой теме в современном мире, т.к. она является источником новых подходов к повышению качества жизни и решению многих социальных проблем в высокоиндустриальном обществе.

**Глава 2. Использование нанотехнологий в машиностроении**

**2.1. Значение применения нанотехнологий для машиностроения**

Проблему катастроф различных физических объектов и на земле, и в воде, и в воздухе, и в космосе, в основном, связанных с качеством и надежностью машин, нельзя решить без учета эволюционного развития структуры материала на всех этапах его жизненного цикла. Понимание термина «технологический мониторинг» в контексте новой метрологии объемного наноструктурирования позволит решать задачи по обеспечению качества и повышенного ресурса оборудования, устранить необходимость завышенного коэффициента запаса прочности, что повышает конкурентоспособность[22].

Объемное наноструктурирование имеет решающее значение при разработке отличающихся малым весом летательных аппаратов из термически устойчивых материалов с высокой удельной прочностью.

Например:

Реализация нанотехнологий в *авиакосмической* отрасли позволит:

1. Повысить прочность летательных аппаратов. Сейчас ставится задача довести возможность их совершать до 70-90 тысяч полетов, что требует повышения прочностных характеристик, которые обеспечивают новые наноматериалы.
2. Добиться «живучести» и снижения веса (которое обеспечивают в настоящее время композиты). К ним должны присоединиться наноматериалы.
3. Переходя на нанотехнологии, можно достигнуть снижения трения.
4. Решить задачи борьбы с обледенением и прилипанием к внешней стороне конструкции летательных аппаратов различной «биологической живности» с помощью отслаивающихся чешуек.
5. Снизить заметность летательных аппаратов.

Космические аппараты будущего будут уже не просто машинами для перевозки живых существ, но живыми организмами. Они смогут обучаться, диагностировать и ремонтировать себя. Применение нанотехнологии в аэрокосмической технике способно также обеспечить: снижение энергопотребления в 104 раз, снижение вибрации и шума - в 102, повышение быстродействия - в 106, повышение КПД солнечных батарей - в 101, повышение чувствительности датчиков - в 106, повышение времени автономной работы - в 104 раз, повышение надежности - в 102, повышение стойкости к радиации - в 101, повышение стойкости к перегрузкам - в 102 раз.

Внедрение нанотехнологий в *автомобильную промышленность* позволит сделать автомобили:

1. Доступными (нанотехнологические методы производства позволяют создавать товары и услуги с низкой себестоимостью; в автомобилях будущего основной составляющей цены будет являться «брэнд»);
2. комфортными (более совершенная работа механических частей, улучшенная шумо- и вибро- изоляция на основе наноструктурированных материалов, эргономичный салон);
3. эффективными (повышения средней скорости движения автомобилей, повышение КПД использования энергии, необходимой для перевозки людей и грузов);
4. интеллектуальными (широкое внедрение информационных систем во все узлы и компоненты автомобилей, принятие автомобилем все больших функций водителя на себя);
5. безопасными для человека и окружающей среды (новые, экологически чистые силовые установки, в том числе на топливных элементах, качественно новый уровень пассивной и активной безопасности для обитателей салона и пешеходов, широкое использование в конструкции авто биодеградируемых материалов, а с созданием дисассемблеров - возможность 100% утилизации устаревших автомобилей).

Кроме того, запатентованы новые способы и ресурсосберегающие нанотехнологии, в том числе повышения долговечности на этапе эксплуатации, упрочнения твердых сплавов, нержавеющих, конструкционных и инструментальных марок стали, кузнечной сварки многослойных композиций и производства цельнокованого нержавеющего дамаска, квазиаморфного модифицирования карбидами и оксидами кремния. При этом ресурс изделий различного назначения, изготовленных по новой методологии для отраслей машиностроения повышается от 200 до 500%.

В целом же, разработка и применение нанотехнологий в области машиностроения позволят достичь следующих основных целей[12]*:*

1. Изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции.
2. Повышение эффективности производства.
3. Переориентация российского экспорта с, в основном, сырьевых ресурсов на конечную высокотехнологичную продукцию и услуги путем внедрения наноматериалов и нанотехнологий в технологические процессы российских предприятий.
4. Создание новых рабочих мест для высококвалифицированного персонала инновационных предприятии, создающих продукцию с использованием нанотехнологий.
5. Развитие фундаментальных представлений о новых явлениях, структуре и свойствах наноматериалов.
6. Формирование научного сообщества, подготовка и переподготовка кадров, нацеленных на решение научных, технологических и производственных проблем нанотехнологий, создание наноматериалов и наносистемной техники, с достижением на этой основе мирового уровня в фундаментальной и прикладной науках.

Эффективное достижение намеченных целей потребует системного подхода к решению целого ряда взаимоувязанных задач, основными из которых являются:

1. Координация работ в области создания и применения нанотехнологий, наноматериалов и наносистемной техники;
2. Создание научно-технической и организационно-финансовой базы, позволяющей сохранить и развивать имеющийся в России приоритетный задел в исследованиях и применении нанотехнологий; развитие бюджетных и внебюджетных фондов, поощряющих и развивающих исследования в области наноматериалов и нанотехнологий и стимулирующих вклады инвесторов;
3. Формирование инфраструктуры для организации эффективных фундаментальных исследований, поиска возможных применений их результатов, развития новых нанотехнологий и их быстрой коммерциализации;
4. Поддержка межотраслевого сотрудничества в области создания наноматериалов и развития нанотехнологий;
5. Обеспечение заинтересованности в решении научных, технологических и производственных проблем развития нанотехнологий и наноматериалов путем либерализации налоговой политики, оптимизации финансовой политики; создание системы защиты интеллектуальной собственности;
6. Разработка и внедрение новых подходов к обучению специалистов в области нанотехнологий.

**2.2. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении (на примере автомобильной промышленности)**

Нанотехнологии обещают целый ряд выгод от широкомасштабного внедрения в массовое производство автомобилей. Так буквально каждый узел или компонент в конструкции автомобиля может быть в значительной степени усовершенствован при помощи нанотехнологий.

Одним из наиболее перспективных и многообещающих направлений применения (в том числе коммерческого) достижений современной нанотехнологии является область наноматериалов и электронных устройств[14, 15, 16].

Уже существуют легко очищающиеся и водоотталкивающие покрытия для материалов, основанные на использовании диоксида кремния.

В форме наночастиц это вещество приобретает новые свойства, в частности, высокую поверхностную энергию, что и позволяет частицам SiO2 при высыхании коллоидного раствора прочно присоединяться к различным поверхностям, в первую очередь к родственному им по составу стеклу, образуя, тем самым, сплошной слой наноразмерных выступов.

Покрытие из наночастиц кремнезема делает обработанную поверхность гидрофобный - на поверхности с плёнкой из SiO2 капля воды касается субстрата лишь немногими точками, что во много раз уменьшает Ван-дер-ваальсовые силы и позволяет силам поверхностного натяжения жидкости сжать каплю в шарик, который легко скатывается по наклоненному стеклу, унося с собой накопившуюся грязь.

В силу наноразмерной толщины, такие покрытия совершенно невидимы, а благодаря биоинертности кремнезема - безвредны для человека и окружающей среды. Они устойчивы к ультрафиолету и выдерживают температуры до 400 °C, а действие водоотталкивающего эффекта длится в течение 4 месяцев.

Несколько зарубежных фирм уже выпускают подобные покрытия в промышленных масштабах. На российском рынке их продукцию представляет эксклюзивный дистрибутор - компания Nanotechnology News Network.

Что касается в прямом понимании самоочищающихся поверхностей, то такая технология основана на использовании диоксида титана. Принцип действия материала с таким покрытием заключается в следующем.

При попадании ультрафиолетового излучения на нанопокрытие из TiO2 происходит фотокаталитическая реакция. В ходе этой реакции испускаются отрицательно заряженные частицы - электроны, а на их месте остаются положительно заряженные дырки. Благодаря появлению комбинации плюсов и минусов на поверхности, покрытой катализатором, содержащиеся в воздухе молекулы воды превращаются в сильные окислители - радикалы гидроокиси (HO), которые в свою очередь окисляют и расщепляют грязь, а также нейтрализуют различные запахи и убивают микроорганизмы.

Кроме покрытий для стекол также разработаны и выпускаются составы с аналогичным действием для тканей, металла, пластика, керамики - и все они имеют потенциал для применения в автомобильной промышленности.

Из серийных моделей автомобилей гидрофобное покрытие наносится на боковые стекла Nissan Terrano II. Оно не создает полноценный водоотталкивающий эффект, но уменьшает пятно контакта поверхности с каплями воды, благодаря чему во время дождя стекло остается вполне прозрачным (см. рис. 5).

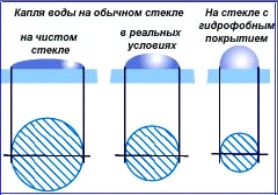


Рисунок 5. Водоотталкивающий эффект гидрофобного покрытия[16]

По некоторым сообщениям, концерн BMW работает над созданием самоочищающихся покрытий на основе нанопорошков.

Компания Mercedes-Benz с конца 2003 года выпускает модели А, С, E, S, CL, SL, SLK покрытых новым поколением прозрачных лаков, изготовленных с использованием нанотехнологии. В состав верхнего слоя такого лакокрасочного покрытия вводят наноскопические керамические частицы. По утверждению создателей, новое лакокрасочное покрытие защищает кузов от царапин в три раза эффективнее, чем обычный лак.

По результатам испытаний оказалось, что покрытые лаком нового типа машины сохраняют блеск на 40% сильнее, чем покрашенные обычной краской.

Новое лаковое покрытие не только защищает кузов от механических повреждений, но еще и полностью отвечает требованиям Mercedes относительно устойчивости к воздействию химических элементов, находящихся в воздухе.

В настоящее время с использованием нанотехнологических подходов уже производятся высокоэффективные антифрикционные и противоизносные покрытия для автотранспорта. Так российский концерн «Наноиндустрия» наладил серийное производство ремонтно-восстановительного состава «Нанотехнология». Состав предназначен для обработки механических деталей, испытывающих трение - двигали, трансмиссия.

При применении состав позволяет создавать модифицированный высокоуглеродистый железосиликатный защитный слой (МВЗС) толщиной 0,1-1,5 мм в областях интенсивного трения металлических поверхностей, что дает возможность избирательной компенсации износа мест трения и контакта деталей за счет образования в этих местах нового модифицированного поверхностного слоя. Использование РВС позволяет увеличивать ресурс работы узлов и деталей в 2-3 раза за счет замены плановых ремонтов предупредительной обработкой, снижает вибрации и шум, на 70-80% снижает токсичность выхлопа автомобиля без применения каких-либо других мер.

В аэрокосмической промышленности уже широко применяется семейство наноструктурированных аэрогелей. Так кремниевый аэрогель - лучший в мире твердый теплоизолятор, когда-либо обнаруженный или полученный. Для промышленности он представляет интерес, так как обладает высокой термической изоляцией - до 800° С (2,5-сантиметровый лист из силиконового аэрогеля надежно защищает руку человека от огня паяльной лампы) и акустической изоляцией - скорость звука при прохождении через аэрогель составляет лишь 100 м/сек. Развитие нанотехнологии позволит снизить себестоимость производства аэрогелей и сделает этот вид материалов доступным для применения в различных отраслях промышленности, в том числе автомобильной.

Большие перспективы имеются в улучшении электронных компонентов автомобиля с помощью нанотехнологий. Так МикроЭлектроМеханические системы (MEMS) уже расширяют стандартную технологию микроэлектроники, позволяет объединять в одной микросхеме элементы, обеспечивающие как механическое перемещение физических частей, так и электронов в электрической схеме.

Это позволяет вместо раздельного производства микроактуаторов и сенсоров, делать их в виде интегрированного в микросхему единого изделия. При этом для их производства используется уже апробированная традиционная технология производства интегральных микросхем и полупроводников.

Идею подвижного кремния (еще так называют MEMS) прекрасно иллюстрируют MEMS-акселерометры, которые уже широко используются в качестве сенсоров автомобильных подушек безопасности.

Вращающиеся акселерометры также используются для расширения возможностей антиблокировочных систем автомобиля (ABS). Кроме того, в автомобилях MEMS находят применение в датчиках продольных и поперечных ускорений, датчиках крена и т.д. Определяя положение кузова, они служат источником информации для работы различных электронных систем стабилизации и контроля курсовой устойчивости. Также MEMS представляют интерес для создания датчиков давления, температуры. В дорогих автомобилях количество датчиков и сенсоров на основе MEMS-технологии может составлять до нескольких десятков штук. Кроме измерения ускорений и детектирования перемещений, MEMS используется в системах GPS-навигации.

История развития MEMS насчитывает более сорока лет, но широкое практическое распространение эти системы получили только с середины 90-ых годов прошлого века. В настоящее время уже идет речь о развитии NEMS - NanoElectroMechanical Systems. В результате эволюции MEMS происходит уменьшение до нано размеров механических компонентов систем, снижается их масса, при этом увеличивается их резонансная частота и уменьшается константы взаимодействия, что сказывается на значительном повышении функциональности данного рода устройств. Точность измерения перемещения у лучших образцов таких устройств составляет 10 нанометров.

Развитие нанотехнологий обещает массовое распространение новых конструкционных материалов с порою уникальными свойствами и характеристиками. Наибольший интерес для инженеров и исследователей представляют углеродные материалы, из которых в настоящее время наиболее изученными, а также наиболее перспективными для целей практического применения являются углеродные нанотрубки (УНТ). Они обладают самым широким набором уникальных свойств, делающих их чрезвычайно перспективными для использования, в том числе в автомобилестроении.

Баллистический характер электропроводности УНТ (электроны движутся, как бы скользя по поверхности, не встречая препятствий) позволит создавать высокоэффективные электропроводящие узлы различных машин и механизмов, в том числе автомобилей.

Углеродные нанотрубки уже находят применение в конструкции современных автомобилей. Например, инженеры компании Toyota добавляет композиционный материал на основе УНТ в пластиковые бамперы и дверные панели своих автомобилей. Помимо повышения прочности и снижения массы, пластик со смолой из УНТ становится электропроводным, и его можно покрывать теми же красками с электрическим нанесением, что и металлические детали.

Электронные системы все более тесно интегрируются в конструкцию автомобиля. Существует тенденция дальнейшего расширения использования электроники в автомобилях с одновременным усовершенствованием самой полупроводниковой техники и появлении *наноэлектроники* и *молекулярной электроники*.

Нанотранзисторы, в том числе с нанотрубками в конструкции будут обладать рядом улучшенных характеристик и бесспорных преимуществ по сравнению с традиционными кремниевыми:

* Повышенное быстродействие;
* термо - и радиационная стойкость;
* миниатюрность;
* низкое энергопотребление и как следствие - незначительное тепловыделение при работе.

Большой интерес представляют нанотехнологии для создания перспективных автомобилей на топливных элементах.

С помощью нанотрубок предполагается решить проблему надежного и безопасного хранения водорода на борту транспортного средства, так как наряду с металлами и жидкостями углеродные нанотрубки могут заполняться газообразными веществами и связывать большое его количество.

Китайские и американские ученые совместно разработали нанолампочку, в которой нитью накаливания служит не вольфрамовая проволочка, а углеродные нанотрубки. Лампочка с УНТ более экономичная - при равном напряжении она испускает больше света.

Сейчас конструкторы «гибридных» автомобилей уже сталкиваются с потребностью в компактных, легких и высокоемких аккумуляторных батареях. Стоит напомнить, что ставшие традиционными кислотные аккумуляторы не годятся, в силу большой массы, громоздкости, экологической «небезупречности». С ростом парка гибридов, а также с массовым появлением водородных автомобилей на ТЭ потребность в автономных источниках хранения электрической энергии возрастет еще больше. Нанотехнологии предлагают ряд решений данной проблемы.

В силу того, что большинство автомобилей будущего будет работать на электрической тяге, гораздо больший интерес станет представлять использование фотоэлементов в конструкции автомобиля. В этом отношении нанотехнология позволяет создавать долговечные, ультратонкие и гибкие преобразователи солнечного света. Кроме того, использование нанотехнологических принципов позволит получать солнечные панели с КПД до 80-90%.

Кроме конструкции автомобиля, измениться структура самой автомобильной промышленности.

Так *с появлением автоматизированной молекулярной нанотехнологии* получит новое развитие уже наметившаяся тенденция - разделение функций разработки/проектирования автомобилей и их производства с окончательным закреплением приоритета за первой из перечисленных двух функций. Собственно в будущем автомобильные концерны будут только разрабатывать конструкции тех или иных моделей автомобилей для последующей продажи права на их производство методами *поатомной сборки* сторонним организациям.

Тем самым не автомобиль будет товаром, а информация об особенности его конструкции, что будет полностью соответствовать модели новой экономической формации, где единственным предметом обмена станет информация.

**2.3. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий в машиностроении**

2.3.1. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении

Стратегическими национальными приоритетами Российской Федерации, изложенными в утвержденных 30 марта 2002 г. Президентом Российской Федерации «Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», являются: повышение качества жизни населения, достижение экономического роста, развитие фундаментальной науки, образования и культуры, обеспечение обороны и безопасности страны[12].

Одним из реальных направлений достижения этих целей может стать ускоренное развитие нанотехнологий на основе накопленного научно-технического задела в этой области и внедрение их в технологический комплекс России.

Развитие направлений науки, техники и технологий, связанных с созданием, исследованиями и использованием объектов с наноразмерными элементами, уже в ближайшие годы приведет к кардинальным изменениям во многих сферах человеческой деятельности – в том числе и в машиностроении.

Новейшие нанотехнологий наряду с компьютерно-информационными технологиями и биотехнологиями являются фундаментом научно-технической революции в XXI веке, сравнимым и даже превосходящим по своим масштабам с преобразованиями в технике и обществе, вызванными крупнейшими научными открытиями XX века.

В развитых странах осознание ключевой роли, которую уже в недалеком будущем будут играть результаты работ по нанотехнологиям, привело к разработке широкомасштабных программ по их развитию на основе государственной поддержки.

Так, в 2000 г. в США принята приоритетная долгосрочная комплексная программа, названная Национальной нанотехнологической инициативой и рассматриваемая как эффективный инструмент, способный обеспечить лидерство США в первой половине текущего столетия. К настоящему времени бюджетное финансирование этой программы увеличилось по сравнению с 2000 г. в 2,5 раза и достигло в 2003 г. 710,9 млн долл., а на четыре года, начиная с 2005 г., планируется выделить еще 3,7 млрд долл. Аналогичные программы приняты Европейским союзом, Японией, Китаем, Бразилией и рядом других стран.

В России работы по разработке нанотехнологий начаты еще 50 лет назад, но слабо финансируются и ведутся только в рамках отраслевых программ. К настоящему времени назрела необходимость формирования программы общефедерального масштаба с учетом признания важной роли нанотехнологий на самом высоком государственном уровне.

Нанотехнологии могут стать мощным инструментом интеграции технологического комплекса России в международный рынок высоких технологий, надежного обеспечения конкурентоспособности отечественной продукции.

Разработка и успешное освоение новых технологических возможностей потребует координации деятельности на государственном уровне всех участников нанотехнологических проектов, их всестороннего обеспечения (правового, ресурсного, финансово-экономического, кадрового), активной государственной поддержки отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Формирование и реализация активной государственной политики в области нанотехнологий позволит с высокой эффективностью использовать интеллектуальный и научно-технический потенциал страны в интересах развития науки, производства, здравоохранения, экологии, образования и обеспечения национальной безопасности России.

Использование возможностей нанотехнологий может уже в недалекой перспективе принести значительный экономический эффект в машиностроении:

1. Увеличение ресурса режущих и обрабатывающих инструментов с помощью специальных покрытий и эмульсий.
2. Широкое внедрение нанотехнологических разработок в модернизацию парка высокоточных и прецизионных станков.
3. Созданные с использованием нанотехнологий методы измерений и позиционирования обеспечат адаптивное управление режущим инструментом на основе оптических измерений обрабатываемой поверхности детали и обрабатывающей поверхности инструмента непосредственно в ходе технологического процесса. Например, эти решения позволят снизить погрешность обработки с 40 мкм до сотен нанометров при стоимости та кого отечественного станка около 12 тыс. долл. И затратах на модернизацию не более 3 тыс. долл. Равные по точности серийные зарубежные станки стоят не менее 300-500 тыс. долл. При этом в модернизации нуждаются не менее 1 млн активно используемых металлорежущих станков из примерно 2,5 млн станков, находящихся на балансе российских предприятий.
4. В двигателестроении и автомобильной промышленности ‑ за счет применения наноматериалов, более точной обработки и восстановления поверхностей можно добиться значительного (до 1,5-4 раз) увеличения ресурса работы автотранспорта, а также снижения втрое эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива), улучшения совокупности технических показателей (снижение шума, вредных выбросов), что позволяет успешнее конкурировать как на внутреннем, так и на внешнем рынках.
5. В электронном и электротехническом машиностроении ‑ расширение возможностей радиолокационных систем за счет применения фазированных антенных решеток с малошумящими СВЧ-транзисторами на основе наноструктур и волоконно-оптических линий связи с повышенной пропускной способностью с использованием фотоприемников и инжекционных лазеров на структурах с квантовыми точками; совершенствование тепловизионных обзорно-прицельных систем на основе использования матричных фотоприемных устройств, изготовленных на базе нанотехнологий и отличающихся высоким температурным разрешением; создание мощных экономичных инжекционных лазеров на основе наноструктур для накачки твердотельных лазеров, используемых в фемтосекундных системах.
6. В энергетическом машиностроении ‑ наноматериалы используются для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов, повышения эффективности существующего оборудования и развития альтернативной энергетики (адсорбция и хранение водорода на основе углеродных наноструктур, увеличение в несколько раз эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой, разработка электродов с развитой поверхностью для водородной энергетики на основе трековых мембран). Кроме того, наноматериалы применяются в тепловыделяющих и нейтронопоглощающих элементах ядерных реакторов; с помощью нанодатчиков обеспечивается охрана окружающей среды при хранении и переработке отработавшего ядерного топлива и мониторинга всех технологических процедур для управления качеством сборки и эксплуатации ядерных систем; нанофильтры используются для разделения сред в производстве и переработке ядерного топлива.

2.3.2. Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России

Анализ мирового опыта формирования национальных и региональных программ по новым научно-техническим направлениям свидетельствует о необходимости выявления некоторых ключевых проблем в области разработки наноматериалов и нанотехнологий.

Первая проблема ‑ формирование круга наиболее перспективных их потребителей, которые могут обеспечить максимальную эффективность применения современных достижений. Необходимо выявить, а затем и сформировать потребности общества в развитии нанотехнологий и наноматериалов, способных существенно повлиять на экономику, технику, производство, здравоохранение, экологию, образование, оборону и безопасность государства.

Вторая проблема ‑ повышение эффективности применения наноматериалов и нанотехнологий. На начальном этапе стоимость наноматериалов будет выше, чем обычных материалов, но более высокая эффективность их применения будет давать прибыль. Поэтому необходимо среднесрочное и долгосрочное финансирование НИОКР по наноматериалам и нанотехнологиям с выбором способов реализации программы, включая масштабы и источники финансирования. Государство заинтересовано в быстрейшем развитии перспективного направления, поэтому оно должно взять на себя основные расходы на проведение фундаментальных и прикладных исследований, формирование инноваций.

Третья проблема ‑ собственно разработка новых промышленных технологий получения наноматериалов, которые позволят России сохранить некоторые приоритеты в науке и производстве.

Четвертая проблема ‑ обеспечение перехода от микротехнологий к нанотехнологиям и доведение разработок нанотехнологий до промышленного производства, особенно в области электроники и информатики.

Пятая проблема ‑ широкомасштабное развитие фундаментальных исследований во всех областях науки и техники, связанных с развитием нанотехнологий.

Шестая проблема ‑ создание исследовательской инфраструктуры, включая:

организацию центров коллективного пользования уникальным технологическим и диагностическим оборудованием;

современное приборное оснащение научных и производственных организаций инструментами и приборами для проведения работ в области нанотехнологий;

обеспечение доступа научно-технического персонала к синхротронным и нейтронным источникам (как российским, так и зарубежным), к сверхпроизводительным вычислительным комплексам;

разработку специальной метрологии и государственных стандартов в области нанотехнологий;

развитие физических и аппаратурно-методических основ адекватной диагностики наноматериалов на базе электронной микроскопии высокого разрешения, сканирующей электронной и туннельной микроскопии, поверхностно-чувствительных рентгеновских методик с использованием синхротронного излучения, электронной микроскопии для химического анализа, электронной спектроскопии, фотоэлектронной спектроскопии.

Седьмая проблема ‑ создание финансово-экономического механизма формирования оборотных средств у институтов и предприятий-разработчиков наноматериалов и нанотехнологий, а также развитие инфраструктуры, обеспечивающей поддержку инновационной деятельности в этой сфере на всех ее стадиях ‑ от выполнения научно-технических разработок до реализации высокотехнологической продукции.

Восьмая проблема ‑ привлечение, подготовка и закрепление квалифицированных научных, инженерных и рабочих кадров для обновленного технологического комплекса Российской Федерации.

Для выработки и практической реализации необходимых и достаточных мер в области создания и развития нанотехнологий должна быть сформирована государственная политика, которая, в свою очередь, должна рассматриваться как часть государственной научно-технической политики, определяющей цели, задачи, направления, механизмы и формы деятельности органов государственной власти Российской Федерации по поддержке научно-технических разработок и использованию их результатов.

К таким мерам прежде всего необходимо отнести:

разработку и реализацию материально-технического обеспечения работ в области нанотехнологий с максимальным учетом возможностей кооперации в использовании уникального сверхдорогостоящего научного и экспериментально-исследовательского оборудования;

подготовку, повышение квалификации, привлечение и закрепление кадров (прежде всего молодых специалистов) в области нанотехнологий для их использования в научной и промышленной сферах;

изучение рынка наукоемкой продукции в части нанотехнологий с использованием методов прогнозирования и технико-экономической оценки;

анализ современного состояния научно-исследовательских работ фундаментального и прикладного профиля в соответствии с общими отечественными и мировыми тенденциями в развитии данного направления, а также результативности законченных исследовании и их дальнейшей перспективности;

определение приоритетных ориентированных направлений в области нанотехнологий, результаты которых могут быть использованы в ближайшее время, среднесрочной и дальней перспективе, а также в фундаментальных и поисковых исследованиях;

разработку и использование системы координации и кооперации проводимых исследований в области нанотехнологий;

создание и использование экспертных систем и баз данных как информационного возобновляемого ресурса в области последних достижений, связанных с разработкой и применением нанотехнологий в стране и за рубежом;

отработку систем взаимодействия государства с предпринимательским сектором экономики в целях формирования рынка нанотехнологий, привлечения внебюджетных средств для проведения исследований и организации соответствующих производств; разработку мер по активизации участия бюджетных и внебюджетных фондов и частных инвесторов на всех стадиях разработки и освоения нанотехнологий;

разработку системы мер по организации эффективного взаимовыгодного международного сотрудничества в области исследований и практического использования нанотехнологий.

Работы в области развития нанотехнологий могут быть организованы по следующей схеме:

на первом этапе (начиная с 2005 г.) включить в состав федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 годы специальный раздел по развитию работ, связанных с созданием и использованием нанотехнологий, сконцентрировав в нем интеллектуальные, финансовые и материально-технические ресурсы в данной области;

на втором этапе, учитывая масштабность задач по развитию фундаментальных исследований, прикладных технологических работ и созданию инновационной инфрастрактуры, разработать самостоятельную программу федерального уровня (на 2006-2010 гг.), учитывающей программы, реализуемые федеральными органами исполнительной власти, субъектами РФ и отдельными организациями различных форм собственности с условным названием «Нанотехнологий».

Программа должна включать фундаментальные исследования, прикладные исследования и разработки, внедрение и организацию производства, а также вопросы, связанные с подготовкой и привлечением высококвалифицированных кадров. Подготовка и согласование элементов данной программы могла бы быть начата уже в 2004 г. со сроком представления окончательного варианта в 2005 г.

Предлагаемый порядок организации и исполнения работ обусловлен тем, что на сегодняшний день развитие нанотехнологий как научно-технического направления во многом еще находится на стадии поиска и даже осознания возможных путей его реализации как в чисто научном плане, так и в достижении потенциально значимых практических результатов и поэтому требует активного участия государства с использованием всех возможных форм и методов государственного управления и поддержки.

Итогом реализации национальной программы должно стать перевооружение ведущих отраслей промышленности на основе широкого внедрения нанотехнологий.

Для разработки и практической реализации перечисленных и иных мер, обеспечения координации органов государственной власти в решении проблем, связанных с развитием отечественной науки и экономики, необходимо создание Межведомственного Совета по нанотехнологиям. В состав Совета и его секций должны входить ученые и специалисты Российской академии наук, высшей школы и промышленности, федеральных органов исполнительной власти, субъектов Российской Федерации и представителей деловых кругов.

**Заключение**

Ключевые технологии и материалы всегда играли большую роль в истории цивилизации, выполняя не только узко производственные функции, но и социальные. Достаточно вспомнить, как сильно отличались каменный и бронзовый века, век пара и век электричества, атомной энергии и компьютеров. По мнению многих экспертов, XXI в. будет веком нанонауки и нанотехнологий, которые и определят его лицо. Воздействие нанотехнологий на жизнь обещает иметь всеобщий характер, изменить экономику и затронуть все стороны быта, работы, социальных отношений. С помощью нанотехнологий мы сможем экономить время, получать больше благ за меньшую цену, постоянно повышать уровень и качество жизни.

Главная надежда нанотехнологий связана с тем, что удастся двигаться не «сверху вниз», а «снизу вверх», т.е. выращивать наноструктуры, наноматериалы, нанообъекты. Нанотехнологии требуют больших объемов материалов и собирать их атом за атомом невозможно. Поэтому есть два основных ключа к нанотехнологиям:

1. Нужно организовать процессы так, чтобы наноструктуры собирались сами, образуя то, чего бы нам хотелось. Другими словами, это процессы самоорганизации, самоформирования и самосборки.
2. Решение многих проблем нанотехнологий требует совместной деятельности физиков, химиков, математиков, биологов — общего языка, понятий и моделей — междисциплинарного подхода. Кроме того, именно широкий междисциплинарный взгляд дает понимание того, чего в принципе возможно достичь, чего хотелось бы достичь и — главное — чего хотелось бы избежать. Здесь первостепенное значение приобретает проектирование будущего, в котором технологические, экономические, политические, военные и социальные проблемы оказываются значительно более взаимосвязаны, чем ныне. Это обусловлено совершенно новыми технологическими возможностями.

В самом деле, чтобы нанотехнологии не остались научной фантастикой, они должны найти свое место в экономике, включиться в существующие экономические циклы или создать новые. Это требует активного мониторинга и сопровождения на всех этапах от лаборатории до рынка. Это качественно новый уровень управления, позволяющий решать организационно-экономические проблемы невиданного уровня сложности.

В развитых странах осознание ключевой роли, которую уже в недалеком будущем будут играть результаты работ по нанотехнологиям, привело к разработке широкомасштабных программ по их развитию и государственной поддержке.

 Из числа технологически продвинутых стран Россия - единственная - до настоящего времени не имеет программы развития нанотехнологий федерального масштаба. Исследования в этом направлении проводятся в рамках академических институтов, частично вузов, входят отдельными разделами в отраслевые программы, но, как правило, не завершаются практическим внедрением результатов. Более того, даже осуществить зарубежное патентование отечественных изобретений, как правило, не удается, так как государство в этом не заинтересовано и никакой финансовой поддержки авторам изобретений не оказывает. Растворение проблематики нанотехнологий в отдельных разделах федеральных и отраслевых программ не позволяет даже оценить, сколько средств выделяется государством на их развитие. По существующим оптимистическим оценкам - несколько десятков миллионов долларов США. При этом сотни высококлассных российских специалистов, которые могли бы составить цвет отечественной нанотехнологии, вынуждены работать за рубежом. Отсутствие Федеральной программы, четкой целевой установки на промышленное внедрение разработок, неготовность отраслей к восприятию достижений нанотехнологии, убогость финансирования - все это является следствием отсутствия государственной политики в этом стратегически важном направлении.

**Список использованных источников:**

Литературные источники

1. Глинк Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. С. 58-73.
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М., 2006. С.32-45
3. Гусев А.И*.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., 2005.С. 51-55, 78-91.
4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М., 2005. С. 10-17
5. Нанотехнологии. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер. с англ. - Москва: Техносфера, 2005. С.7-20.
6. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития // Под ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса и П.Аливисатоса: Пер. с англ. М.: Мир, 2002. С. 54-63.
7. Структура и свойства нанокристаллических материалов. Под ред. Г.Г. Талуда и Н.Н. Носковой. Екатеринбург: Изд-воУрО РАН, 1999. - С.123-140 .
8. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М., 2006.

Периодическая печать:

1. Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Копьев П.С, Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н., Сурис Р.А. Наноматериалы и нанотехнологий // Микросистемная техника. 2003. №8. С. 3-13.
2. Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.. Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-технической конференции «Вакуумная наука и техника»-М.: МИЭМ, 2002, с. 244-247
3. Нестеров C.Б.. Нанотехнология. Современное состояние и перспективы. «Новые информационные технологии». Тезисы докладов XII Международной студенческой школы-семинара-М.: МГИЭМ, 2004, 421 с., с.21-22.
4. Основы политики Российской Федерации в области науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу // Поиск. 2002. № 16 (19 апреля).

Материалы с сайтов сети Интернет

1. http:// www.nanonewsnet.ru
2. http:// www.nanotube.ru
3. http:// www.nanorf.ru
4. http:// www.nanoware.ru
5. http:// www.pronano.ru
6. http://www.pas­sion.ru
7. http://www.ifmachines.com
8. http://www.ros­baltvolga.ru
9. http:// www.chemworld.narod.ru
10. http://www.navy.ru