

Нанотехнологии в космосе: от фантастики к реальности

Жилина Надежда Васильевна,
преподаватель физики БОУ ОО СПО «Омский
авиационный колледж им. Н.Е.Жуковского»,
магистрант специальности «Физика наносистем и
наноэлектроники»

Омск, 2013

Актуальность

Применение нанотехнологий в космической технике является одним из наиболее важных и перспективных направлений.

Достаточно масштабное применение нанотехнологий в космической технике позволит радикально улучшить массогабаритные характеристики космических аппаратов, продлить сроки их пребывания на тех или иных орбитах, решить проблемы энергообеспечения функционирования этих аппаратов.

Развитие нанотехнологий стало еще одним масштабным проектом России, устремленным в будущее.

Цель видеолекции

Ознакомить с использованием современных научных разработок и нанотехнологий в космосе и выявить их значимость для развития данной отрасли.

Космос - сегодня.

Сегодня космос — это не экзотика, и освоение его — не только вопрос престижа:

1. В первую очередь, это вопрос национальной безопасности и национальной конкурентоспособности нашего государства: развитие сверхсложных наносистем может стать национальным преимуществом страны.
2. Как и нанотехнологии, наноматериалы дадут нам возможность серьезно говорить о пилотируемых полетах к различным планетам Солнечной системы: использование наноматериалов и наномеханизмов может сделать реальностью пилотируемые полеты на Марс, освоение поверхности Луны.
3. Другим чрезвычайно востребованным направлением развития микроспутников является создание дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Начал формироваться рынок потребителей информации с разрешением космических снимков 1 м в радиолокационном диапазоне и менее 1 м - в оптическом.

Нанотехнологии и их применение

Нанотехнология – это создание и использование устройств, материалов и технических систем, принцип работы которых определяется наноструктурой, то есть упорядоченными частицами размером от 1 до 100 нм.

Задачи, применение:

- Позволит радикально улучшить массогабаритные характеристики космических аппаратов
- Продлить сроки их пребывания на тех или иных орбитах
- Решить проблемы энергообеспечения функционирования космических аппаратов
- Покрытия из наночастиц диоксида кремния для солнечных батарей
- Перспективны наноматериалы, обладающие одновременно высокими твердостью, прочностью и пластичностью
- Теплозащитные и износостойкие покрытия, нанесенные с помощью плазменно-кластерной технологии

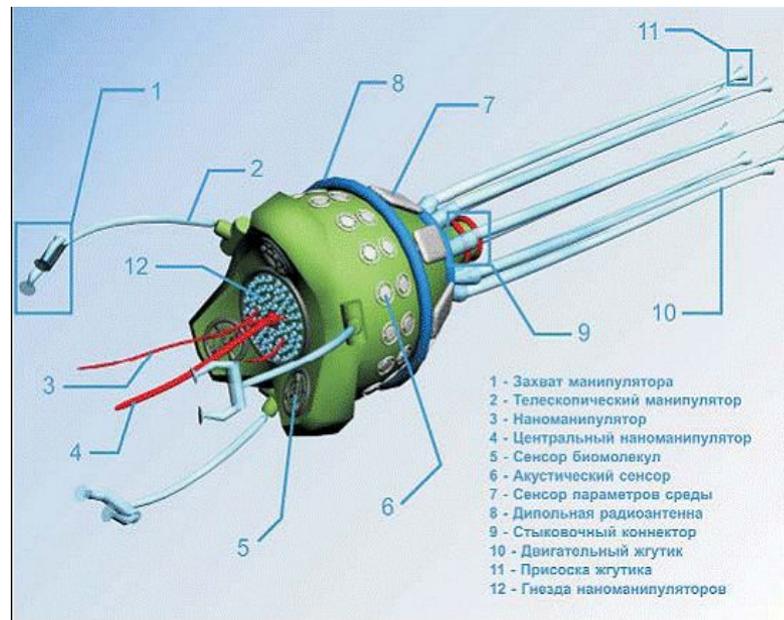
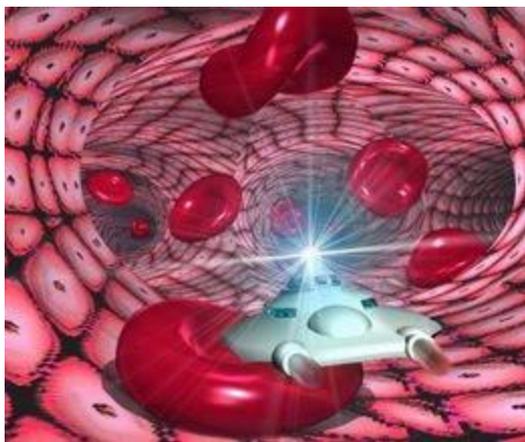
Финансирование нанотехнологий

В 35 странах уже есть государственные программы финансирования нанотехнологий.

Традиционно среди основных заказчиков специализированных спутников выступают военные. Такая система (она может применяться, скажем, при разведке на поле боя или в деятельности МЧС) действует как единый объект, осуществляющий передачу информации по запросу на землю в режиме реального времени. Однако здесь возникает задача наземной обработки огромных массивов информации. Решить ее можно с помощью спутников, способных по запросу с Земли фильтровать и перерабатывать ее на борту.

Первые полеты в нанокосмос

- По информационным лентам Интернета прошли сообщения о создании американскими учеными из Колумбийского и Нью-Йоркского университетов нанороботов на основе элементов ДНК. Наноробот величиной с молекулу. Американские ученые создали и запрограммировали робота величиной с одну молекулу, который способен самостоятельно передвигаться в двухмерном пространстве.
- Одним из самых сложных прототипов наноробота является «DNA box», созданный в конце 2008 г. международной группой под руководством Йоргена Кьемса. Устройство имеет подвижную часть, управляемую с помощью добавления в среду специфических фрагментов ДНК.



Наноспутники

В космосе бушует революция. Стали создаваться спутники и наноприборы до 20 килограмм.

Наноспутники - Малые космические аппараты используются для дистанционного зондирования Земли, экологического мониторинга, прогноза землетрясений, исследования ионосферы.

1. Наноматериалы, позволяющие на два порядка снизить массу и габариты приборов, выводимых в космос. Уменьшение массы космической техники решает множество задач: продлевает срок нахождения аппарата в космосе, позволяет ему улететь дальше и унести на себе больше всякой полезной аппаратуры для проведения исследований.
2. Новое перспективное направление применения наноспутников – использование их в качестве базовой платформы для проведения экспериментов в области нанотехнологий, испытаний нанокомпонентов и материалов.

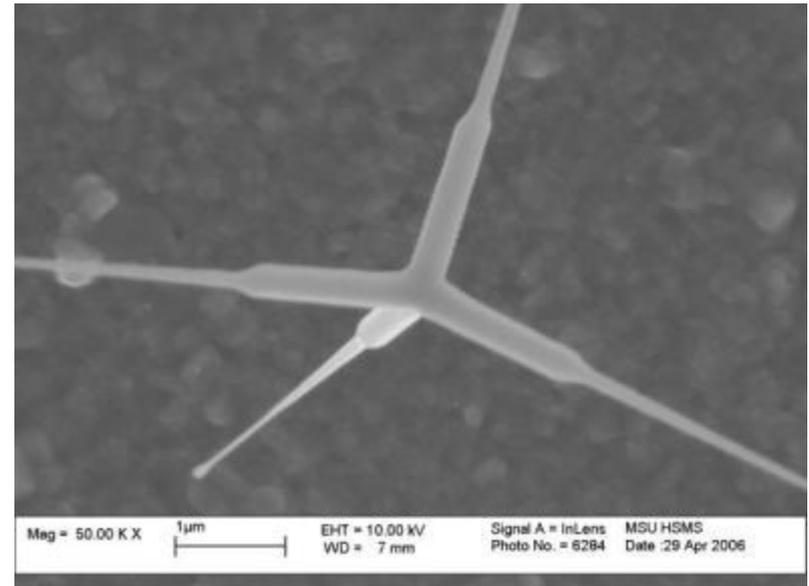
Проблема

Выведение наноспутников на орбиту. Сейчас осуществляются кластерные запуски «малышей» на больших ракетах-носителях, но этот способ имеет свои недостатки. «Хотелось бы иметь специальное ракетное средство для их выведения», - сказал Арнольд Селиванов.

Наноспутники

Первый отечественный наноспутник — ТНС-0 — запустил на орбиту в 2005 году Селижан Шарипов, работая на МКС, — он просто выбросил его рукой в космос. Наноспутник весом 5 кг сконструировали в НИИ космического приборостроения.

Аппарат ТНС-0 представлял собой цилиндр с радиоаппаратурой внутри, который питался от обычной литиевой батареи, поэтому прослужил на орбите всего 2,5 месяца.



Наноспутники

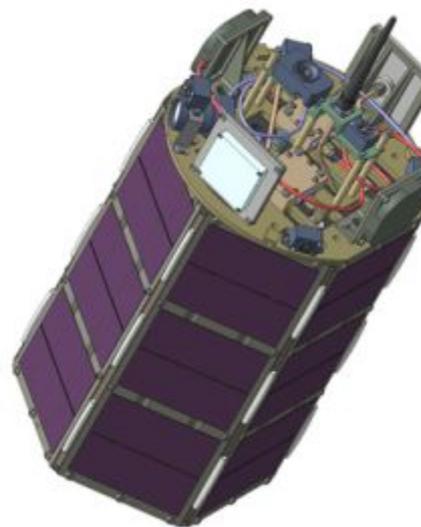
Сейчас готово второе поколение ТНС, которые будут работать от солнечных батарей, что значительно продлевает срок их активного существования. Каждый наноспутник решает свою узкую задачу.

Одна модель будут обрабатывать технологии управления аппаратом через телекоммуникационные сети.

Другая — испытывать полезную нагрузку для космического сегмента международной системы AIS (совместно с Европейским космическим агентством).

Третья — вместе исследовать ионосферу.

Четвертая — экспериментировать с микродвигательными установками, которые придадут наноспутникам маневренность.



Так выглядит наноспутник второго поколения ТНС-0 №2, разработанный НИИ КП для системы аварийного оповещения судов и самолетов «Коспас-Сарсат». Он весит 4.65 кг и питается от солнечных батарей.



лифте.

Проблема: Привычные мечты о неограниченной космической экспансии человечества столкнулись в последние годы с кризисом в технологиях доставки в космос грузов и людей. Никак не удастся совместить жесткие требования безопасности полетов с экономической целесообразностью. Самые горячие головы даже требуют вовсе отказаться от пилотируемых полетов, поскольку они-де неоправданно дороги и сопровождаются неизбежными человеческими жертвами.

Решение: Единственной реалистичной альтернативой ракетной технике из всех придуманных за последние полвека является космический лифт — мост или канат, протянутый с поверхности Земли на орбиту.

Идея создания космического лифта

Надо сказать, что идее космического лифта уже больше ста лет. Впервые о подъемнике такого рода заговорил в 1895 году Константин Циолковский.

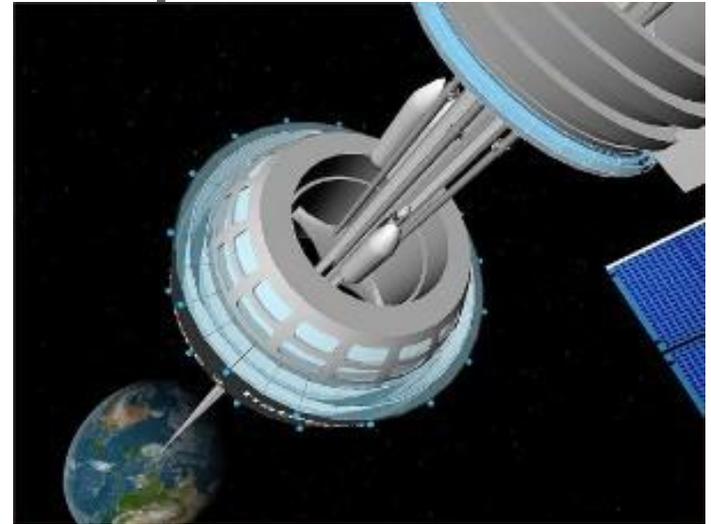


Основоположник современной космонавтики предложил построить башню высотой в тысячи километров, которая должна была быть укреплена на какой-либо тверди на околоземной орбите. Самым прочным материалом в то время была сталь, но для строительства "башни" она была слишком тяжела.

Понятие космического лифта.

КОСМИЧЕСКИЙ ЛИФТ - это лента, один конец которой присоединен к поверхности Земли, а другой находится на геосинхронизированной орбите в космосе (на высоте 100 000 км). Лента постоянно находится в натянутом состоянии. Изменяя длину ленты, можно достигать разных орбит. Космическая капсула, содержащая полезный груз, будет передвигаться вдоль ленты. Скорость капсулы при этом будет составлять 11 км/с. Этой скорости будет достаточно для того, чтобы начать путешествие к Марсу и другим планетам.

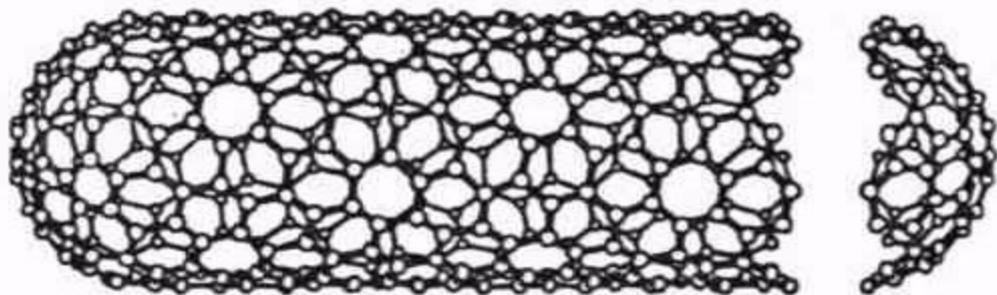
Правда, если бы не быстрое развитие нанотехнологий и открытие нанотрубок, концепция космического лифта не продвинулась бы дальше научной фантастики.



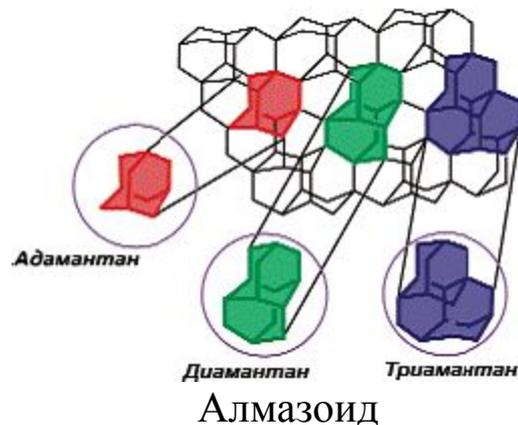
Однослойные углеродные нанотрубки

Однослойные углеродные нанотрубки, изобретенные в 1991 году, достаточно прочны для того, чтобы служить основой ленты лифта. Они прочнее стали в 100 раз и, теоретически, в 3-5 раз прочнее, чем необходимо для постройки лифта. Правда, самые длинные нанотрубки, которые удалось изготовить, имеют длину в несколько сантиметров. А это даже не километр, не говоря уже о 100 тыс. километрах.

Отдельные фракции, состоящие из нанотрубок длиной до 2 сантиметров, будут иметь такую же прочность на разрыв, как и длинные. Правда, исследователи из LiftPort утверждают, что лента будет представлять собой полимерную структуру с включениями нанотрубок. Для ленты космического лифта алмазоид был бы универсальным материалом. Он будет характеризоваться большей прочностью, но, опять-таки, пока нет эффективных способов получения и массового производства алмазоидных материалов.



Однослойная углеродная нанотрубка



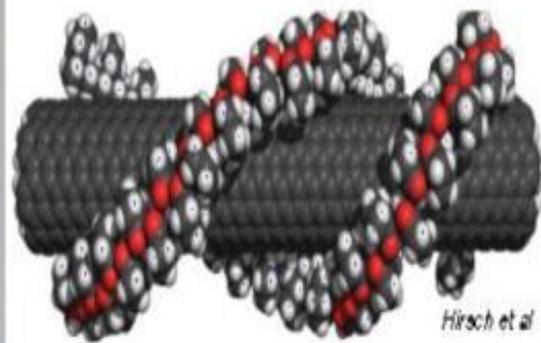
Изготовление нанотрубок

Исходный материал - нанотрубки - обрабатывают этанолом, который в дальнейшем служит источником углерода, затем добавляют катализатор (ферроцен) и еще один реагент - тиофен. Смесь загружают в горячую печь, куда постоянно подают водород. Продукт получают в форме спутанных волокон, по виду похожих на сахарную вату. Затем эти волокна наматывают на вращающиеся стержни, в итоге получались скрученные волокна.

Ученые признают, что создан лишь прототип новой технологии. Да и прочность полученного волокна пока не впечатляет - она не сильно отличается от прочности традиционных волокон.

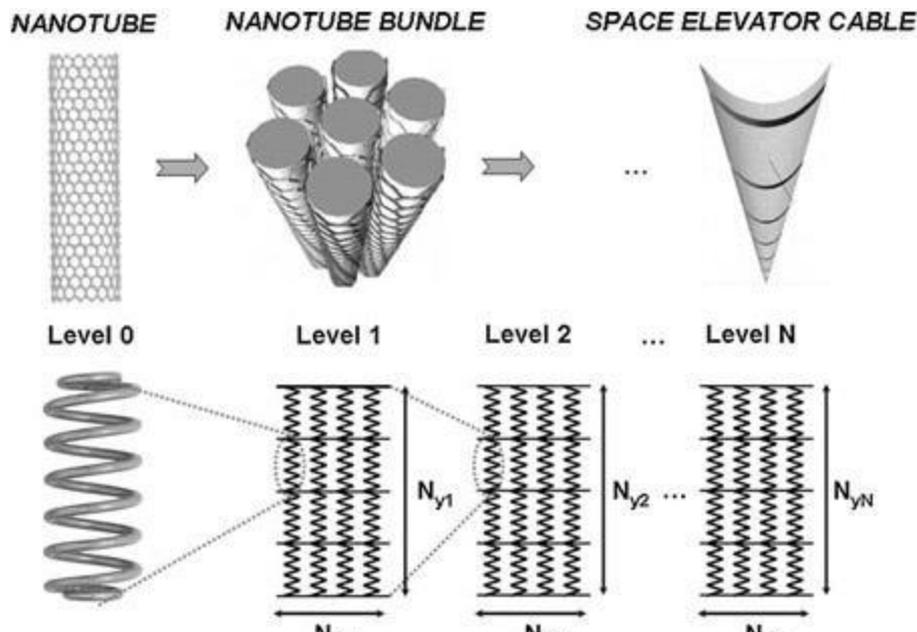
Нанотрубки, их характеристика.

1. Высокая жесткость.
2. Прочность.
3. Композиты на их основе позволят уменьшить вес современных космических аппаратов почти вдвое.



лифта

- **Задача:** разработка материала для кабеля, который должен отвечать определенному соотношению прочность-вес (материал должен обладать исключительной прочностью при небольшом весе для того, чтобы поддерживать связку до 100 тысяч километров длиной.) Благодаря нанотехнологиям, такой материал стал возможен в форме углеродных нанотрубок (УНТ). Трудность на сегодня заключается в том, что эти УНТ должны быть сплетены в определенную форму типа, например, ленты, дающей возможность вертикального перемещения. Итальянские ученые промоделировали различные размеры, форму кабеля и зон концентрации дефектов.



Схематическое изображение процесса моделирования микро кабеля для Космического Лифта (Space Elevator). В целом, кабель включает в себя некое общее количество УНТ, определяемое как $Nt = (NxNy)k$. Для расчетов использовали оценочные величины: $Nt = 1023$, $k = 5$, $Nx = 40$, $Ny = 1000$.

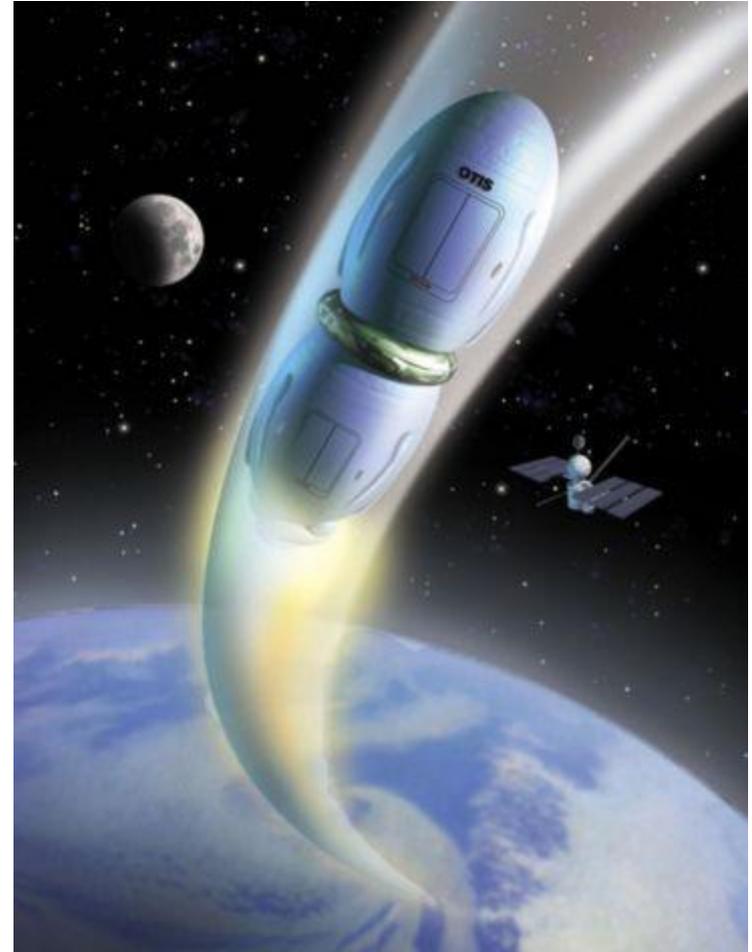
Концепция космического лифта Юрия

Арцутанова

Изобретатель концепции космического лифта Юрий Арцутанов предлагал подводить электричество по вплетенным в канат металлическим полосам. Однако на нынешнем этапе эта идея не кажется столь привлекательной, поскольку усложняет конструкцию троса.

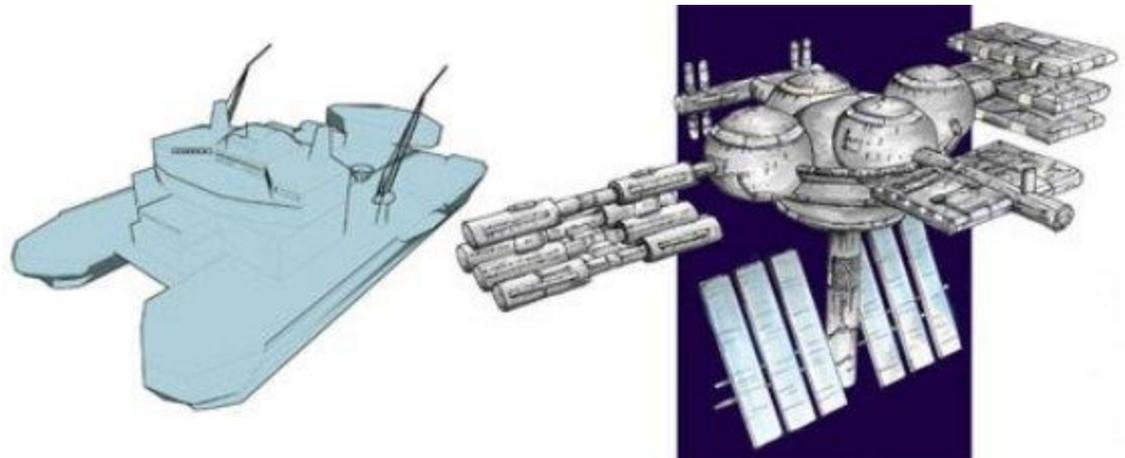
Проблемы:

- Космический мусор
- Грозы и ураганы
- Обледенение
- Терроризм
- Себестоимость поднятия килограмма на высоту геостационарной орбиты составит от нескольких долларов до сотен долларов

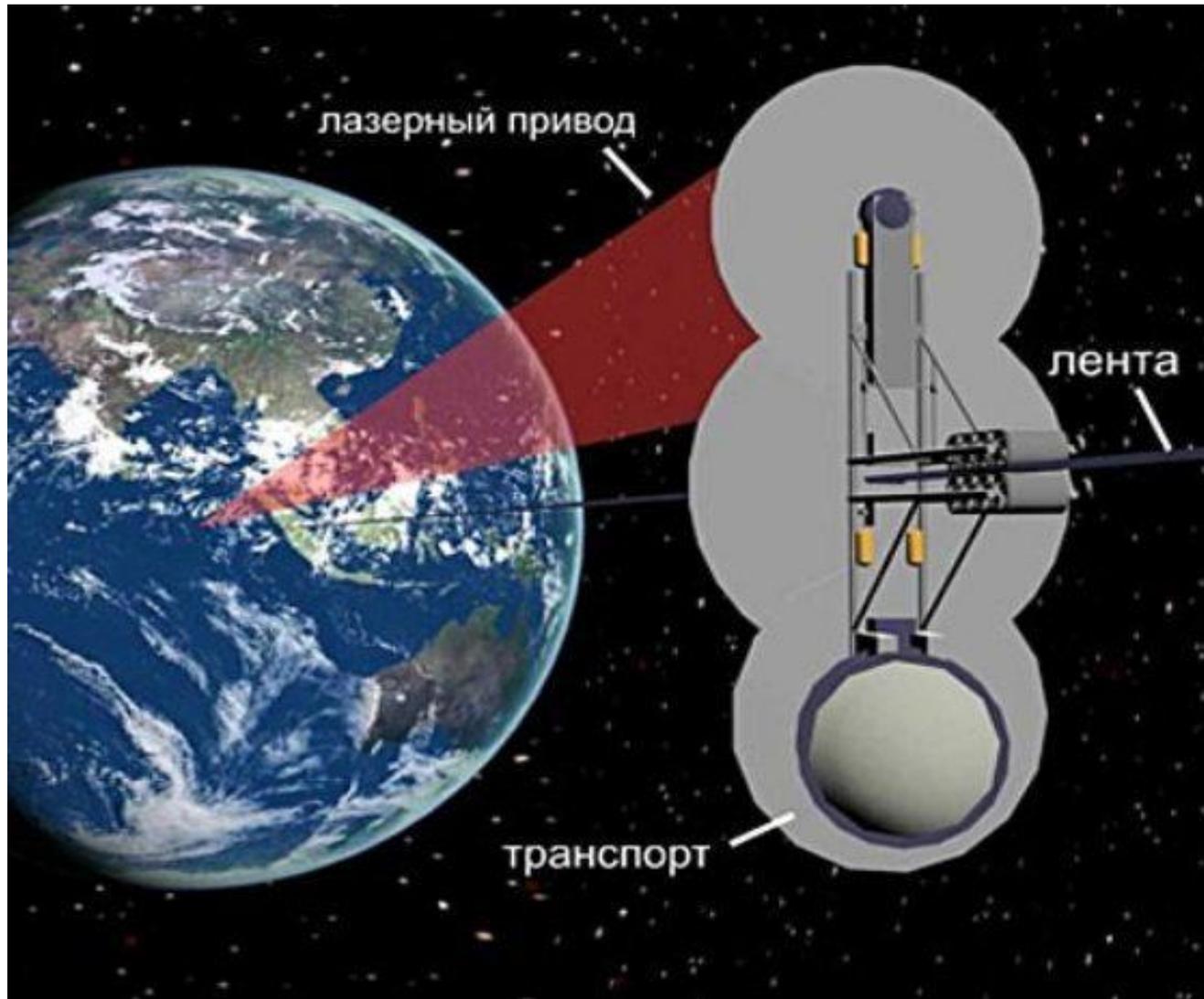


лифта.

В 2000 году доктор Брэд Эдвардс выпустил отчет, в котором говорилось что предварительные исследования по построению космического лифта проделаны. Далее, Мишелем Лэйном в Сиэтле была основана компания HighLift Systems, которой NASA выделила финансирование для разработки и постройки космического лифта. Как планирует компания LiftPort Inc., космический лифт будет построен, опробован и запущен в работу через 15 лет. В первые шесть лет компания будет привлекать инвестиции, с шестого года по десятый разрабатывать конструкцию лифта, и, наконец, в оставшиеся года будет проходить непосредственно постройка.



Схематическое изображение космического лифта



А что если?

- **Что случится, если порвется лента?** Начнем с того, что спроектированная лента будет вдвое жестче, чем это необходимо. Погодные условия в месте, выбранном для расположения космического лифта, будут исключать возможность ураганов и молний. Скорее всего, станция лифта будет расположена в океане.
- **Но все же, что произойдет, если лента порвется?** Большая часть ленты улетит в космическое пространство, причем некоторая ее часть сгорит от высокой скорости полета в атмосфере. Нижняя часть ленты упадет в океан.
- **Не загрязнит ли лента и ее несгоревшие в атмосфере остатки океан?** Вряд ли, так как вес километра ленты - 7,5 кг. При падении с высоты, лента не разовьет большей скорости, чем раскрытая падающая газета. Посторонний наблюдатель увидит, скорее всего, только яркую полосу через все небо (от сгоревшей ленты), и все. Конечно, куски ленты будут долго находиться во взвешенном состоянии в воздухе. Наибольшую опасность представляют собой транспортируемые грузы, потерявшие связь с лифтом. Грузы, достигшие орбит, останутся на орбитах. Те грузы, которые только начали движение упадут вниз. Некоторые из грузов, достигшие скорости 11 км/с вылетят в открытый космос.
- **Будут ли различные объекты задевать ленту? Будет ли космический мусор и спутники проблемой?** Космические объекты, находящиеся на низкой орбите Земли (Low Earth Orbit - LEO) будут составлять серьезную проблему. Для того, чтобы лифт не сталкивался с различными объектами, будет предусмотрена система активного избегания препятствий. В среднем, необходимо будет избегать различных объектов один раз в 14 часов. Для построения системы отклонения необходимо разработать систему трассирования объектов, работающую с точностью до 1 сантиметра. Разработка такой системы входит в план исследований компании LiftPort. Существует несколько концепций построения космического лифта. В некоторых предлагается свободный конец ленты присоединять к астероиду. Этим решается проблема противовеса и добыча с астероида полезных ископаемых. Некоторые проекты предлагают протянуть кабель толщиной от 10 до 30 метров в диаметре. Как говорят специалисты из LiftPort, это просто невозможно реализовать.

Ожидания

В 2025 году появятся первые ассемблеры, созданные на основе нанотехнологий. Они будут способны конструировать из готовых атомов любой предмет. Достаточно будет спроектировать на компьютере любой продукт, и он будет собран и размножен сборочным комплексом нанороботов. Но это всё ещё самые простые возможности нанотехнологий.

Из теории известно, что ракетные двигатели работали бы оптимально, если бы могли менять свою форму в зависимости от режима. Только с использованием нанотехнологий это станет реальностью. Космический корабль сможет преобразиться примерно за час. Нанотехника, встроенная в космический скафандр и обеспечивающая круговорот веществ, позволит человеку находиться в нем неограниченное время.

Нанороботы способны воплотить также мечту фантастов о колонизации иных планет, эти устройства смогут создать на них среду обитания, необходимую для жизни человека. Станет возможным автоматическое строительство орбитальных систем, любых строений в мировом океане, на поверхности земли и в воздухе (эксперты прогнозируют это к 2025 гг.).

Вывод

Сформировавшись исторически, к настоящему моменту, **нанотехнология**, завоевав теоретическую область общественного сознания продолжает проникновение в его обыденный пласт. Уже сейчас в нанотехнологии получен ряд исключительно важных результатов, позволяющих надеяться на существенный прогресс в развитии многих других направлений науки и техники (медицина и биология, химия, экология, энергетика, механика и т. п.).

Космос как сфера применения нанотехнологии откроет перспективу для механоэлектрических преобразователей солнечной энергии, наноматериалы для космического применения. Именно развитие сверхсложных наносистем может стать национальным преимуществом страны. Как и нанотехнологии, наноматериалы дадут нам возможность серьезно говорить о пилотируемых полетах к различным планетам Солнечной системы. Именно использование наноматериалов и наномеханизмов может сделать реальностью пилотируемые полеты на Марс, освоение поверхности Луны.

Вывод

- «Именно использование наноматериалов, наномеханизмов может сделать реальностью пилотируемые полеты на Марс, освоение поверхности Луны.»



Примерная тематика научно-исследовательских работ

1. Нанотехнологии в медицине
2. Нанотехнологии в авиации
3. Нанотехнологии в военной промышленности

Список использованной литературы и интернета ресурсов

- www.galspace.spb.ru
- www.nkj.ru журнал «Наука и жизнь»
- www.wikipedia.org Википедия - свободная энциклопедия
- www.nanorf.ru Журнал Российские нанотехнологии
- www.rusnano.com Российская корпорация нанотехнологий
- www.nanonews.net
- «ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ» А.М. Доценко, В.А. Каргопольцев, М.Н. Коган, А.Б. Корнилов, А.А. Орлов, В.Н. Семенов, Л.Л. Теперин, М.В. Устинов
- www.aviaport.ru
- «Применение нанотехнологий при создании перспективных материалов для авиационной и ракетно-космической техники» Викулин В.В., генеральный директор ГНЦ РФ ФГУП "ОНПП "Технология", докт. техн. наук, профессор, академик Международной инженерной академии и Всемирной академии керамики
- www.nanonewsnet.ru
- www.nanorf.ru
- [http://club-money.narod.ru/oborudovanie kosmicheskikh korablej .html](http://club-money.narod.ru/oborudovanie_kosmicheskikh_korablej.html)
- <http://www.rosintecs.ru/userfiles/file/Broshures%20NI/><http://www.rosintecs.ru/userfiles/file/Broshures%20NI/Технологии%20NI%20для%20авиации%20и%20ракетно-космической%20техники.pdf>
- http://www.polymery.ru/letter.php?n_id=696&cat_id=3
- <http://www.dailytechinfo.org/space/>
- <http://www.refsru.com/referat-8-1.html>

Список использованной литературы и интернета ресурсов

- Рыбалкина М. «Нанотехнологии для всех». М.: УРСС. 2005. 444с.
Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию/Н. Кобаяси. – М.:Бином, 2005 - 134с
Чаплыгин А. «нанотехнологии в электронике» / А.Чаплыгин. - 2005 М.:техносфера
Жоаким К., Плевер Л. «Нанонауки. Невидимая революция». КоЛибри, 2009 – 240с.
Яфаров Р. К. «Физика СВЧ вакуумно-плазменных нанотехнологий». Физматлит, М. 2009. 216с.
Третьякова Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех. 2-е изд. М..Физматлит. 2010 368с.

Интернет-ресурсы: <http://www.nanonewsnet.ru/>

<http://www.nanonewsnet.ru/news>

<http://www.nanonewsnet.ru/articles/2010/molekulyarnye-roboty-nanorazmernye-pauki-idut-k-tseli>

<http://old.nanonewsnet.ru/>

<http://catalog.aport.ru/rus/hitrate.aspx?urlid=1482463>

<http://subscribe.ru/catalog/industry.comp.nano>

<http://www.google.ru/images?hl=ru&newwindow=1&q=%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8%20%D0%BE%20%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8&um=1&ie=UTF-8&source=og&sa=N&tab=wi>

<http://army.lv/ru/boevie-nanotehnologii/2139/4106>

<http://popnano.ru/analit/index.php?task=view&id=576>