

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа с. Посёлки  
имени Героя Советского Союза И.Ф.Кузьмичёва  
Кузнецкого района Пензенской области*

**II РЕГИОНАЛЬНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ ТВОРЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ И  
ИНИЦИАТИВ «ЛЕОНАРДО»**

**«Физическая» исследовательская работа**

## **«Создание тросовой системы в космосе»**

**Автор:** Ильин Дмитрий  
учащийся 10 класса

**Адрес:** с. Посёлки, ул. 50 лет Победы д.12

**Телефон:** 8 84157-59-2-19  
8 960 329 61 98

**Руководитель:**  
Купыра Наталья Анатольевна,  
учитель математики  
высшей квалификационной категории

**Пенза 2022 г.**

## **Содержание.**

**Введение.**

**Основная часть.**

- Применение тросов в жизни человека.
- Как и для чего могут применяться тросы в космосе.
- Какие тросы могут быть и из чего их лучше делать.

**Практическая часть.**

**Заключение.**

**Литература**

## Введение.

В мире растений – это стебли травы и цветов, некоторые водоросли, волокна древесины, вьющиеся растения, ветви и корни и т.п. Такие растения тянутся к отдаленным предметам (деревьям, камням и т.д.), оплетают их и прочно закрепляются. Так они могут обеспечить своим листьям и плодам хорошее освещение, доступ к хорошей почве и воде. Внутри стволов деревьев есть капиллярные волокна. По ним сок поднимается от корней вверх к ветвям, листьям, почкам, плодам, обеспечивая их питательными веществами.

В животном мире – это щупальца медуз, черви, змеи, паутина, волосы животных и человека, кровеносные сосуды, мышечные и нервные волокна и т.д. Также как и в растительном мире, в животном мире объекты, похожие на тросы, нужны для удержания, перемещения; передачи энергии, информации и питательных веществ.

Человек для своих нужд придумал огромное количество технических устройств, некоторые части которых очень длинные, тонкие и гибкие. Из нитей ткют ткани, веревки применяются в быту, на поводках водят собак. У альпинистов один из главных элементов снаряжения – трос. Машины тоже буксируют на тросе. Леска используется для рыбной ловли.

Поэтому целью моей работы является применение тросов в космическом пространстве. Для выполнения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- Познакомиться с различными видами тросов, которые используют люди.
- Какими свойствами должен обладать трос, используемый в космосе.
- На лабораторных работах определить взаимодействие магнитной стрелки с магнитным полем проводника с током.

- Определить зависимость перемещения проводника с током в магнитном поле постоянного магнита.

## Основная часть.

Космические тросовые системы — это пока мало известная область космической техники, где наша страна до середины 60-х гг. имела приоритетные позиции. Но затем в течение 30 лет ведущую роль в этом направлении заняли США. Современная ситуация позволяет России вновь получить первенство в данной области космонавтики. Специалисты известной отечественной фирмы предлагают выполнить несколько этапов практического использования тросовых технологий на будущих космических станциях.

Космическая тросовая система — это комплекс искусственных космических объектов (спутников, кораблей, грузов), соединенных длинными тонкими гибкими элементами (тросами, кабелями, шлангами), совершающий орбитальный полет. В наиболее простом виде — это связка двух космических аппаратов, соединенных тросом длиной в десятки или даже сотни километров. Сложные тросовые системы могут иметь много космических объектов, соединенных тросами в форме замкнутых колец, древовидных образований, объемных многогранников. Космические тросовые системы — новые, нетрадиционные структуры, создаваемые человеком в космосе, — позволяют выполнять задачи, которые невозможно, нецелесообразно или неэкономично решать с помощью существующих средств космической техники.

Тросовые системы отличаются тремя основными особенностями от космических аппаратов традиционного типа.

*Первая* — большая протяженность, обеспечивающая устойчивое вертикальное положение системы на орбите, причем на концах системы создается малая искусственная тяжесть. Соединенные тросом аппараты имеют недостаток или избыток орбитальной скорости, а их движение выполняется с одним периодом обращения на разных высотах.

*Вторая особенность — гибко изменяемая конфигурация, возможность изменения длины тросов путем их выпуска и втягивания.*

*Это позволяет регулировать взаимное положение и ориентацию аппаратов, присоединять и отцеплять другие объекты от тросов, передвигать по ним грузы.*

*Третье отличие — активное взаимодействие электропроводного троса с внешней средой, в первую очередь, с магнитным полем и ионосферой Земли, обеспечивающее функционирование системы в генераторном, двигательном, электропередающем и излучательном режимах.*

В зависимости от того, какая из этих особенностей преобладает у данной тросовой системы, какое свойство используется при эксплуатации, проекты таких систем можно разделить на три типа. У "статических" систем в процессе эксплуатации количество и длины тросов, количество и массы объектов, их взаимное положение и ориентация остаются постоянными. Ко второму типу относятся "динамические" системы, существенно изменяющие количество и длину тросов, количество и массу объектов, их взаимное положение и ориентацию. "Электромагнитные" системы снабжены электропроводными изолированными тросами с плазменными контакторами на концах и активно взаимодействуют с магнитным полем и ионосферой Земли.

**Как и для чего могут применяться тросы в космосе, какие они могут быть и из чего их лучше делать.**

*Почти с самых первых космических полетов для плавного спуска космических аппаратов на Землю применялись парашюты. А в них важную роль играют стропы. Без них парашют не был бы создан. Во время первого в мире выхода человека в открытый космос в 1965 году Алексей Архипович Леонов, космонавт и художник, был соединен с космическим кораблем с помощью страховочного фала. Пять раз Леонов удалялся от корабля и возвращался к нему с помощью фала, длина которого составляла 5,35 метра. Сейчас все выходы в космос совершаются с такой страховкой на тот случай,*

если вдруг космонавт окажется слишком далеко и не сможет дотянуться до корабля. Это очень опасная ситуация. Ведь между космонавтом и кораблем ничего нет, за что можно было бы притянуть себя к кораблю.

Но тросом можно связывать между собой также и космические аппараты. К настоящему времени в разных странах было проведено уже более 25 космических экспериментов с тросовыми системами. Однако на практике тросовые системы пока не применяются - не удается сделать их надежными: трос то обрывается, то перестает разматываться. Но лет через пять тросы будут выполнять нужную работу в космосе.

Использовать тросы в космических полетах предложили отечественные ученые. Для создания искусственной тяжести в космосе К.Э. Циолковский в 1895 году предложил использовать вращающуюся связку обитаемой станции и балластной массы, соединенных цепью длиной 500 м, а для перемещения грузов в космосе - цепочку, выпускаемую и втягиваемую лебедкой.

В 1910 г. Ф.А.Цандер выдвинул проект "космического лифта" с 60 000-км тросом, протянутым с поверхности Луны в сторону Земли. Под действием гравитационных и центробежных сил такой трос будет постоянно натянут, и по нему, как по канатной дороге, можно транспортировать грузы.

Вопросами тросовых систем занимался и выдающийся инженер Ю.В.Кондратюк, и писатель-фантаст А. Беляев. А в 60-70-е года прошлого века инженер Ю.Н. Арцутанов предложил проект троса, протянутого с поверхности Земли на геостационарную орбиту и в проекте тросового "космического ожерелья Земли". Наибольшее количество проектов по использованию тросов в космосе разработал Г.Г.Поляков, в том числе способы получения электроэнергии и забора воздуха в верхних слоях атмосферы. Эти ученые показали, что применение тросов позволит в ряде случаев отказаться от реактивных двигателей, которые и сами по себе массивны, и для их работы требуется большой запас горючего. В

околоземном космосе многое, что делается с помощью реактивных двигателей, можно будет делать, используя тросовые системы.

С космического аппарата, летящего по орбите можно опустить в атмосферу на тросе капсулу, которая дальше спустится на Землю с помощью парашюта. В атмосферу можно спустить трос-шланг, по которому на орбиту будет перекачиваться атмосферный воздух. А если трос будет также и электрическим проводом, то на нижнем его конце, который погружен в атмосферу, можно укрепить ветряной электрогенератор и предавать на космический аппарат электроэнергию. На тросе также можно закрепить огромные сачки для улавливания космического мусора.

### **Из чего же должны быть сделаны космические тросы?**

Даже самые прочные из известных материалов, такие, как сталь, или алмазная нить, не подходят для космического троса. Главная надежда - на углеродные нанотрубки. За счёт своей структуры (они могут быть однослойные и многослойные, прямые и спиральные) нанотрубки обладают невероятно большой прочностью на растяжение и изгиб. Нанотрубки, из которых можно будет делать космические тросы, в 50 тысяч раз тоньше человеческого волоса, в 1000 раз прочнее стали и намного легче пластика.

Тросы из такого материала будут использоваться в конструкции космического лифта между Землей и Луной. Один конец такого троса закрепят на поверхности Луны, а второй будет находиться над земной атмосферой. На околоземном конце троса будет закреплен причал, с которого и будет начинаться путешествие на Луну. Если кабина будет подниматься по тросу со скоростью скоростного поезда, то на Луне она будет через 20-30 дней. А если скорость будет как у истребителя, то путешествие продлится меньше недели. Поезд из Хабаровска в Москву идет шесть суток. Космические аппараты, которые запускались к Луне, долетали до нее за двое-трое суток. Конечно, трос может быть перебит метеороидом,

или космическим мусором. Чтобы это не привело к аварии, в конструкции должно быть несколько тросов.

Самыми интересными тросовыми системами, пожалуй, являются электродинамические тросовые системы. В таких системах трос должен быть одновременно и электрическим проводом. Если в тросе создать электрический ток, то он будет взаимодействовать с магнитным полем Земли, и на него будет действовать сила, под действием которой вся тросовая система перейдет на другую орбиту, то есть совершит орбитальный маневр. Ток в тросе и магнитное поле Земли – это два главных условия такого движения. Открытие силового взаимодействия между магнитом и проводником с током сделано в 1820 году датским ученым Эрстедом. Он поднес к проводу с током магнитный компас, стрелка которого повернулась. Это произошло потому, что и проводник с током, и стрелка компаса, обладают магнитным полем. Если же магнит закреплен, то подвижный проводник с током будет перемещаться в его поле. Сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током, носит название силы Ампера, в честь выдающегося французского ученого. В 1824г. Ампер установил закон взаимодействия проводника с током с магнитным полем и дал математическое описание этого закона. Давайте посмотрим, как же взаимодействуют между собой магнит и проводник с током.

## **Практическая часть.**

### Проведение лабораторных опытов

1. Опыт по взаимодействию магнитной стрелки с магнитным полем проводника с током.
2. Опыт по перемещению проводника с током в магнитном поле постоянного магнита.

## **Заключение.**

Я познакомился с идеями перспективных космических устройств. Важно подчеркнуть, что став космическими инженером и космонавтом, можно самому создавать и эксплуатировать эти устройства; можно, используя тросы, построить и космический лифт на Луну, и тросовые электростанции, и сети для сбора космического мусора, и многое другое.

## Литература.

1. Космические тросовые системы.- Иванов В.А., Купреев С.А., Лаберзон М. , 2005
2. Справочник по тросам в космосе. Под редакцией Cosmo ML, Lorenzini ES: 3-е издание. - Смитсоновская астрофизическая обсерватория , 1997
3. Белецкий В.В., Пивоваров М.Л. О влиянии атмосферы на относительное движение гантелеобразного спутника, 2000
4. Дигнат Ф., Шилен В. Управление колебаниями орбитальной тросовой системы // Прикладная математика и механика – 2000
5. Набиуллин М.К. Устойчивость положения равновесия космической орбитальной тросовой системы // Механика твердого тела - 2004