

Историко-исследовательская работа

**«Воздушный змей:  
детская забава или практическая авиация?»**

Выполнила:  
Тяжелкова Яна Владимировна,  
ученица 9 А класса  
МБОУ СОШ № 2 г. Амурска

г.Амурск

2014 год

## **Содержание**

1. Введение
2. История воздушного змея
3. Классификация (виды) воздушных змеев
4. Почему воздушные змеи летают?
5. Заключение
6. Список литературы.

## Введение

Воздушные змеи - это целый мир, имеющий разноликие грани, мир творчества, мир науки, мир искусства. Все с раннего детства знают, что такое воздушный змей: как его запускать и как им управлять. Поражают их форма и красочность, но задумывались ли Вы, когда и для чего были изобретены змеи? Изучив историю воздушных змеев, узнаем, что змеи применялись в научных исследованиях, в метеорологии для исследования верхних слоев атмосферы и аэрофотосъемках, для сбрасывания грузов. Активную роль воздушные змеи играют в авиамоделизме, подаче сигналов, а именно в спортивном ориентировании, развлекательных и спортивных играх. Немецкая компания SkySails применила змей в качестве дополнительного источника энергии для грузовых судов, впервые опробовав его в январе 2008 года на судне MS BelugaSkysails. Испытания на этом 55 метровом корабле показали, что при благоприятных условиях расход топлива снижается на 30%.

Воздушный змей без преувеличения можно назвать первоосновой всех летающих аппаратов.

Тема моей работы «Воздушный змей: детская забава или практическая аэронавтика?». А что же такое аэронавтика? Аэронавтика (воздухоплавание) — так называется искусство подниматься на воздух с помощью известных приспособлений и двигаться в определенном направлении.

*Актуальность* выбранной мною темы очевидна. С одной стороны это детская забава, которая требует большого воображения и способствует расширению кругозора. С другой стороны конструирование и запуск воздушных змеев для людей, которые относятся к этому не как к увлекательному занятию, дает возможность понять основные принципы полета всех летательных аппаратов вместе взятых. Изучить законы физики и аэродинамики, а также практическое их применение.

**Тема исследования:** Воздушный змей: детская забава или практическая авиация?

**Цель исследования:** Определить факторы, влияющие на запуск и полёт воздушного змея.

**Объект исследования:** Модель воздушного змея, условия местности и погоды, влияющие на полёт змея.

**Предмет исследования:** Качественные характеристики полёта воздушного змея.

**Гипотеза исследования:** подручными средствами можно создать летательные аппараты тяжелее воздуха.

**Задачи:**

- изучение истории воздушных змеев;
- рассмотрение видов воздушных змеев;
- исследование принципов полета змея.

**Методы исследования:** работа с научной литературой, интернет - ресурсами, подбор иллюстративного материала, его оформление, исследование, проведение пробных полётов с моделями змеев.

## История воздушного змея

Воздушные змеи относятся к древнейшим летательным аппаратам тяжелее воздуха, изобретённым людьми.

Нельзя сказать с определенностью кто и когда изобрел воздушного змея, и когда они впервые поднялись в воздух. Древнегреческие источники утверждают, что это произошло в IV веке до нашей эры, что честь их изобретения принадлежит Архитасу из Тарентума.

Но одно известно доподлинно – в IV веке до нашей эры воздушные змеи были широко распространены в Китае. Полагают, что первые китайские воздушные змеи были сделаны из дерева. Они строились в виде рыб, птиц, жуков, раскрашивались в разные цвета. Самой распространенной фигурой была фигура змея – дракона. Отсюда, возможно, и пошло название «воздушный змей».

Они быстро распространились по странам Восточной Азии. Стали использоваться для решения военных задач. Существует легенда о том, что в 202 году до нашей эры генерал Хуан Тенг и его армия были окружены противниками, и им грозило полное уничтожение. Говорится, что случайный порыв ветра сорвал с головы генерала шляпу, и тогда к нему пришла идея создания большого количества воздушных змеев, снабженных трещётками и трубами. Враг в страхе бежал с поля боя под вой и оглушительный треск.

Любопытны старинные записи о первых практических применениях воздушных змеев. В одной из них говорится, что в IX в. византийцы якобы поднимали на воздушном змее воина, который с высоты бросал в неприятельский стан зажигательные вещества. Так же в 559 году в королевстве Северный Вэй был задокументирован полёт человека на воздушном змее.

На Руси в 906 г. князь Олег при осаде Царьграда применил воздушный змей для устрашения неприятеля.

А в 1066 г. Вильгельм Завоеватель использовал воздушные змеи для военной сигнализации при покорении Англии. Но, к сожалению, о форме древних европейских змеев, об их конструктивных и летных свойствах не сохранилось никаких данных.

Долгое время ученые Европы недооценивали значение воздушного змея для науки. Только с середины XVIII в. воздушный змей начинает применяться при научных работах.

В 1749 г. А. Вильсоном (Англия) змей был использован для подъема термометра с целью определения температуры воздуха на высоте.

В 1752 г. ученый-физик В. Франклин воспользовался воздушным змеем для исследования молнии. Открыв при помощи змея электрическую природу молнии, Франклин изобрел громоотвод.

Воздушные змеи применялись для изучения атмосферного электричества великим русским ученым М. В. Ломоносовым и английским физиком И. Ньютоном.

В 1804 году благодаря воздушному змею сэр Дж. Кейл сумел сформулировать основные законы аэродинамики.

В 1825 году был осуществлен первый полет человека на змее. Это сделал английский ученый Д. Покок, подняв на змее на высоту нескольких десятков метров свою дочь Марту.

В 1873 году А.Ф. Можайский поднимался на воздушном змее, буксируемом тройкой лошадей.

Начиная с 1894 г., воздушный змей систематически применяется для изучения верхних слоев атмосферы. В 1895 г. при Вашингтонском бюро погоды была организована первая змейковая станция. В 1896 г. в Бостонской обсерватории была достигнута высота подъема коробчатого змея, равная 2000 м, а в 1900 г. там же змей был поднят на высоту 4600 м.

В 1897 г. начаты работы с воздушными змеями и в России. Они велись в Павловской магнитно-метеорологической обсерватории, где в 1902 г. было открыто специальное змейковое отделение.

Широкое применение воздушный змей нашел в метеорологических обсерваториях Германии, Франции и Японии. Змей поднимался на очень большую высоту. Например, в обсерватории Линдерберга (Германия) добились подъема воздушного змея более чем на 7000 м.

Первая радиосвязь через Атлантический океан была налажена с помощью коробчатого воздушного змея. Итальянский инженер Г. Маркони запустил в 1901 г. на острове Нью-Фаунден большой воздушный змей, который летал на проволоке, служившей приемной антенной.

В 1902 году на крейсере «Лейтенант Ильин» провели успешные опыты по подъему наблюдателя на высоту до 300 метров с помощью поезда из воздушных змеев. При этом были использованы коробчатые змеи, конструкции которых разработал Л. Харграв в 1892 году.

В 1905-1910 годах на вооружении русской армии состоял змей оригинальной конструкции, созданной Сергеем Ульяниным. Целые взводы змеенавтов входили в состав как сухопутных, так и военно-морских частей, в том числе Черноморского флота

Во время первой мировой войны войска различных стран и особенно Германии применяли для наблюдательных постов привязные воздушные шары, высота подъема которых, в зависимости от условий боя, достигала

2000 м. Они давали возможность наблюдать расположение противника в глубь фронта и через телефонную связь направлять огонь артиллерии. Когда же ветер становился слишком сильным, вместо воздушных шаров применяли коробчатые змеи. В зависимости от силы ветра составлялся поезд из 5—10 больших коробчатых змеев, которые прикрепляли к тросу на определенном расстоянии друг от друга на длинных проволоках. К тросу привязывали корзину для наблюдателя. При сильном, но довольно равномерном ветре наблюдатель поднимался в корзине на высоту до 800 м.

Такой способ наблюдения имел то преимущество, что он позволял подойти ближе к передовым позициям противника. Воздушные змеи не так легко расстреливались, как воздушные шары, представлявшие собой очень большую мишень. Кроме того, выход из строя отдельного змея отражался на высоте подъема наблюдателя, но не вызывал его падения.

Воздушные змеи во время первой мировой войны использовали также для защиты важных военных объектов от нападения самолетов противника путем устройства заграждений, состоявших из маленьких привязных воздушных шаров и воздушных змеев, поднимавшихся до высоты 3000 м. С шаров и змеев спускались проволочные тросы, которые создавали для самолета противника большую опасность.

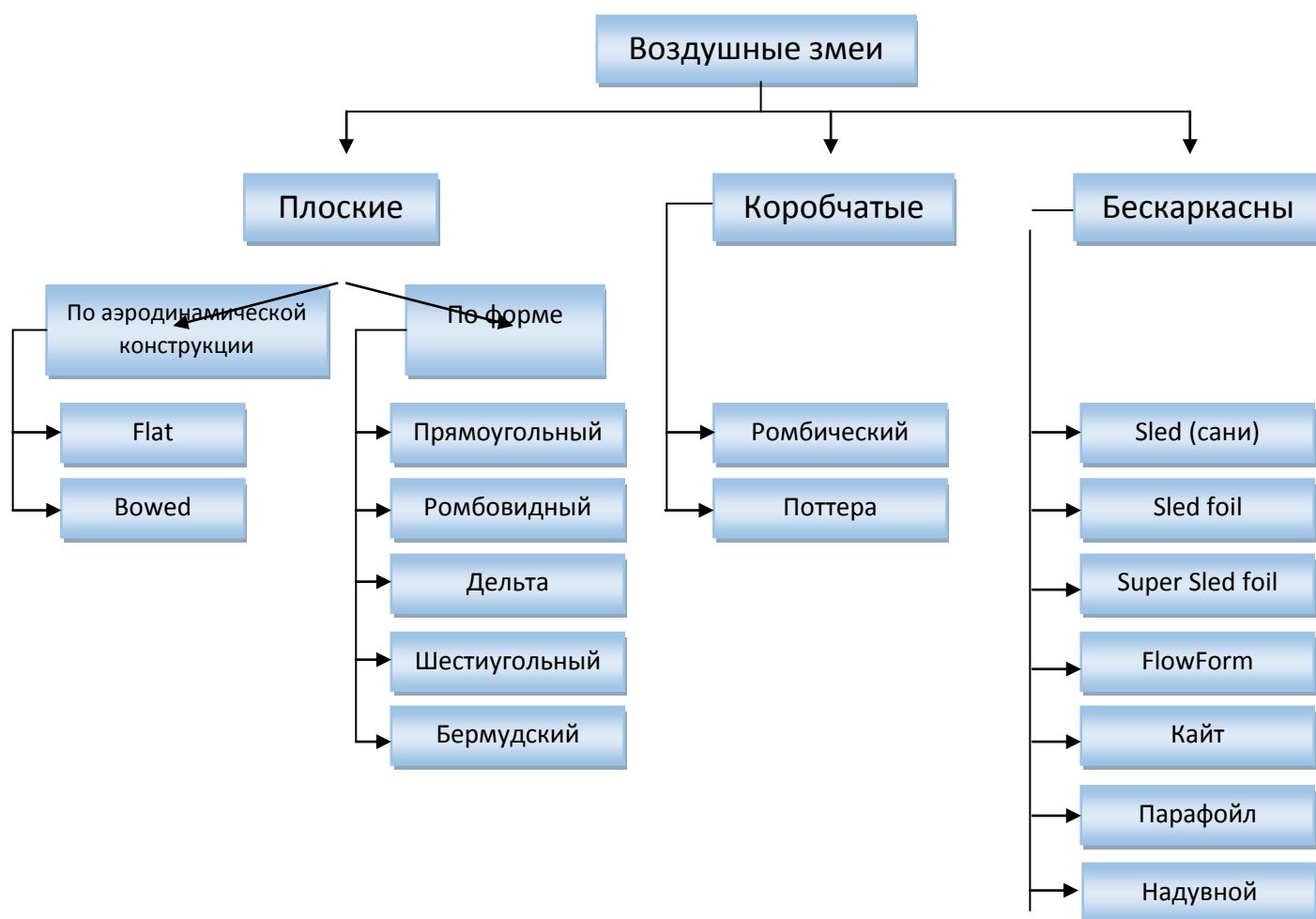
В наше время строительство воздушного змея – увлекательное занятие, создание и запуск их не потеряли и не потеряют своего значения.

Теоритическая мысль изобретателей многих стран рождает все новые и новые конструкции воздушных змеев: плоских и коробчатых. Надувных и роторных. Среди тех змеев, с которыми вы познакомитесь, нет двух одинаковых – все они отличаются друг от друга внешним видом, летными качествами или технологией изготовления.



## Классификация воздушных змеев

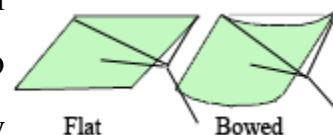
Классификация воздушных змеев точно не задана. Воздушные змеи могут быть большими или не очень. Существует очень большое разнообразие форм воздушных змеев. Древние змеи изготавливались при помощи деревянных рамок и натянутыми на них листами шелка или бумаги. Почти все современные воздушные змеи делаются из углепластиковых пластмасс и синтетических тканей.



### Плоские воздушные змеи

Подразделяются по *аэродинамической конструкции* на два вида:

*Flat* - плоские воздушные змеи. Самая древняя форма воздушных змеев. И самая простая. Образно представляют из себя плоскую пластину прямоугольной или любой другой формы (звезда, треугольник, в виде



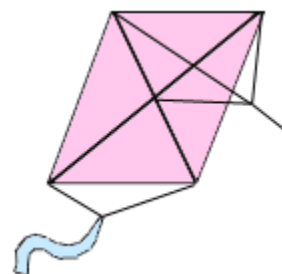
звезда, треугольник, в виде

проекции птицы и т.д.), к которой подвязан леер при помощи уздечки. Уздечка задает змею определенный угол атаки змея относительно ветра, что и вызывает подъемную силу. Все плоские змеи требуют наличие большого хвоста для поддержания устойчивого полета.

**Bowed** - категория воздушных змеев, с земли очень напоминающая плоских. Однако данный вид воздушных змеев является дальнейшим развитием плоских в плане устойчивости. Для придания устойчивости данные змеи имеют изгиб или излом в продольной оси, что как бы приподнимает концы крыла и создает v-образное крыло. Такое решение придает значительный запас устойчивости. Вильгельм Эдди запатентовал такую конструкцию воздушного змея в 1900 году.

**По форме:** плоские змеи в плане могут выполняться во всевозможных формах начиная от квадрата и заканчивая фантазией художника. Рассмотрим основные из них:

✓ **Прямоугольный** воздушный змей является самым распространенным примером воздушных змеев из учебников, однако он мало отличается устойчивостью от своих "больших" собратьев. Змей имеет три планки: две из них служат диагоналями («крестом»), а третья находится сверху и скрепляет диагонали. По контуру будущего змея натягивают прочную нить, соединяющую все уголки, и наклеивают обтяжку из бумаги или ткани. Змей обязательно оснащается длинным и достаточно тяжелым хвостом для придания ему устойчивости в полете. Змеи подобной конструкции были распространены в Японии, на прямоугольное полотно наносились изображения драконов.

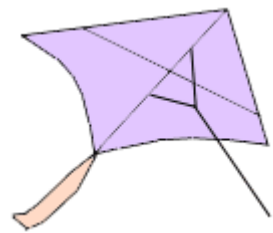


✓ **Diamond** (bowed diamond) – ромбовидный змей. Каркас изготавливается в виде пересекающихся реек. Относится к категории bowed. Существует

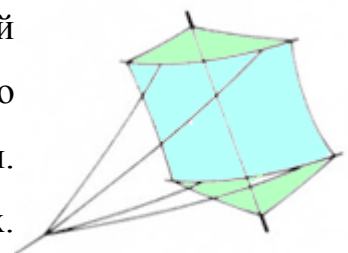


много схем для придания змею вогнутости, например использование центральной крестовины, где поперечные рейки идут под некоторым углом, или натягивание тетивы на поперечной рейке, что придает рейке изгиб подобно луку. При большой v-образности такому змею не нужен хвост, однако при значительном увеличении v-образности змей теряет в подъемной силе. Уздечка чаще всего подвязывается к продольной рейке в двух местах.

- ✓ **Delta** (дельта, bowed delta) – змей, в плане напоминающий дельтакрыло. Каркас несколько сложнее, так как требуется не менее трех реек, которые жестко закреплены в виде треугольника (две консольные и одна поперечная). Особенность конструкции в том, что при полете давление ветра придает изгиб консольным рейкам и змей принимает v-образную форму. Дополнительную устойчивость придает так же купольность обшивки. При этом, чем сильнее дует ветер, тем устойчивее ведет себя змей. Эту форму получили модели спортивных управляемых воздушных змеев. Возможность управления достигается использованием двухлеерной схемы. Оба леера пилот держит в руках. Изменяя натяжение лееров добиваются управляемого полета.



- ✓ **Роккаку** - этот шестиугольный японский змей (отсюда его название) родом из среднеяпонского региона Ниигата на побережье Японского моря. Имеет центральную рейку и две поперечных. Поперечным рейкам придается изогнутая форма (форма bowed), за счет этого змеи типа роккаку весьма устойчивы даже без хвостов. Это очень распространенная форма змея, так как проста в изготовлении.



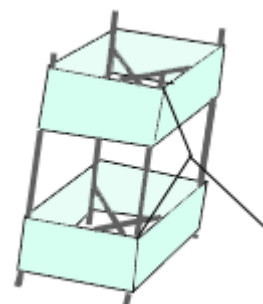
- ✓ **Bermuda** (бермудский) – воздушный змей как правило шестигранной формы, однако может иметь форму восьмигранника и даже более многогранной фигуры. Конструкция представляет собой несколько плоских реек, пересекающихся в центре. По периметру реек натянута тетива, придающая жесткость конструкции. Парус уже натягивается между рейками и тетивой. Очень часто каждую грань змея делают из разных цветов, чтобы получить более пеструю расцветку. Требуется наличие длинного хвоста. Змей имеет одноименное название с островом, где их традиционно запускали на Пасху как символ вознесения Христа.



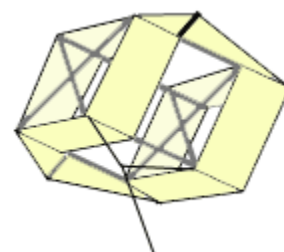
### **Коробчатые воздушные змеи**

Коробчатые змеи появились как результат развития плоских. Люди заметили, что вертикальные поверхности очень сильно влияют на стабильность полета змея. Так появился первый змей в виде коробки. Коробчатые змеи в большинстве своем не нуждаются в хвосте

- ✓ **Ромбический** - наиболее простой коробчатый змей, не сложен по устройству, устойчив в полёте и легко запускается. Основу его составляют четыре продольные рейки (лонжероны). Между ними вставлены две крестовины, каждая из которых состоит из двух реек-распорок. Обтяжка змея изготавливается из двух полосок бумаги или синтетической ткани. Таким образом получаются две коробки — передняя и задняя. Змей данной конструкции был изобретен австралийским исследователем Лоуренсом Харгрейвом в 1893 году при попытках построить пилотируемый летательный аппарат.



- ✓ **Поттера** - коробчатый воздушный змей, для увеличения подъемной силы имеет специальные

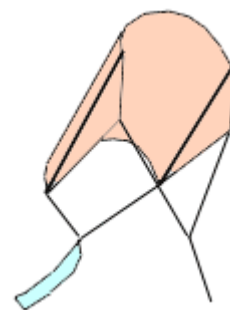


открылки. Он состоит из четырех продольных реек (лонжеронов) и четырех парных поперечных реек-крестовин, двух коробок и двух открылков.

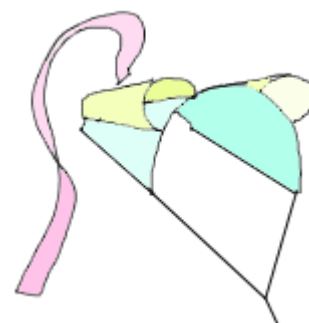
### **Бескаркасные воздушные змеи**

К бескаркасным относятся змеи не имеющие жестких частей. Форму змей принимает, раздуваясь за счет набегающего потока воздуха. Отсюда два достоинства этих змеев - вероятность поломки при падении равна нулю и компактность при транспортировке. Второе преимущество позволяет изготавливать змеев очень больших размеров.

- ✓ *Sled* (сани) – это воздушный змей с не жестким каркасом. В полете его оболочка поддерживает форму за счет ветра, как бы надувается. Используются всего две продольные рейки, вшитые в оболочку, которые не соединяются между собой. Эти рейки поддерживают форму оболочки и не дают ей скомкаться. Змей такого типа довольно капризно себя ведет при порывистом ветре. Для устойчивого полета змею обязательно требуется длинный хвост. К преимуществам такого змея относятся простота изготовления и компактность при транспортировке, так как его можно свернуть в трубочку без необходимости сборки-разборки.

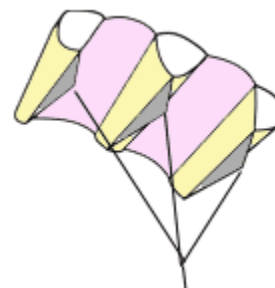


- ✓ *Sled foil* – дальнейшее развитие змея предыдущей модели. В данной конструкции вообще нет жестких элементов. Жесткость куполу придают надуваемые набегающим потоком воздуха цилиндры. Создаваемого давления в сужающихся к задней кромке змея цилиндрах вполне достаточно, чтобы держать купол расправленным в полете. Однако у змея такой конструкции есть и недостатки, например, купол может запросто скомкаться при затихании ветра и это приведет к падению змея, даже если ветер поднимется вновь, купол самостоятельно уже не может

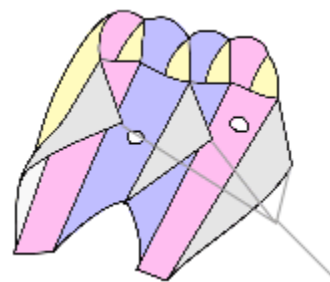


расправиться. Ему так же присущи определенные трудности с запуском. Но неоспоримое преимущество того, что змей невозможно поломать, позволило данной конструкции продолжить свое развитие.

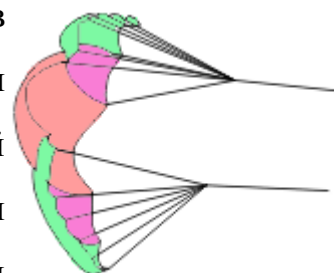
- ✓ **Super Sled foil** – еще одно развитие "саней". Три надувные секции делают этот змей более устойчивым к сложениям. Так же позволяет изготовить этот змей значительных размеров и получить значительную тягу. Может быть использован для подъема предметов, в том числе фотоаппарата.



- ✓ **FlowForm** – змей очень распространенной конструкции, так как является одним из самых устойчивых бескаркасных одностропных воздушных змеев. При правильной проработке в ровный ветер может летать без хвоста. Однако в сильный и порывистый ветер использование хвоста все же рекомендуется. Могут быть изготовлены действительно гигантских размеров, площадь в 3 кв.м считается самой обычной. Так же изготавливаются с большим количеством секций, шесть, восемь и даже больше.



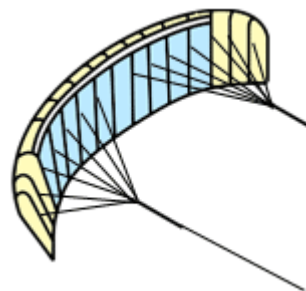
- ✓ **Кайт Nasa Para Wing** - результат исследований национального космического агентства США, которое явило свету довольно интересные однослойные бескаркасные кайты. Разработки велись в поиске оптимальных систем спуска космических аппаратов. Как "побочный" результат - кайт, который строят люди во всем мире. Ряд оригинальных решений делают эту модель несложной в изготовлении. Некоторые модели являются управляемыми. При многих достоинствах (низкой материалоемкости, большой тяге и т.д.) эти воздушные змеи обладают существенным недостатком - сравнительно низким аэродинамическим качеством,



которое, впрочем, неуклонно повышается за счет дальнейшего совершенствования конструкции кайта.

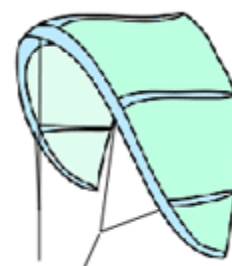
✓ **Parafoil (Парафойл)** - особый подкласс бескаркасных воздушных змеев.

Змеи данного типа изготавливаются из воздухонепроницаемой ткани с замкнутыми внутренними пространствами и воздухозаборником, обращенным в сторону набегающего потока. Воздух, проникая в воздухозаборное отверстие, создает внутри замкнутого пространства змея избыточное давление и надувает воздушный змей подобно воздушному шару. Однако конструкция змея



такова, что надуваясь, змей принимает определённую аэродинамическую форму, которая способна создать подъемную силу змея. Существует много разновидностей змеев — парафойлов: одностропные, двухстропные управляемые, четырёхстропные управляемые. Двухстропные в основном это пилотажные змеи, или кайты площадью до 3 кв.м. Четырёхстропные — это змеи достаточно большей площади от 4 кв.м, используемые в спорте в качестве двигательной силы (кайтинг). Одностропные — это змеи для развлечений, разнообразных конструкций и форм, могут даже изображать всевозможные предметы и животных.

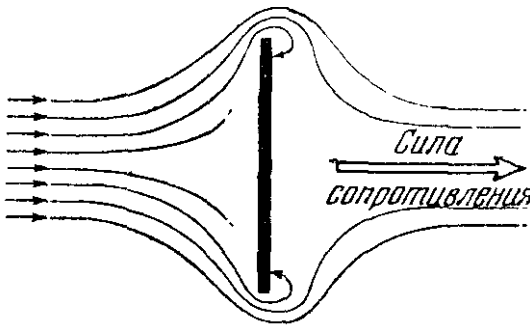
✓ **Надувной** - так же интересная модель является попыткой совместить достоинства парафойлов и каркасных моделей. Имеется так же оболочка, но теперь она надувается не ветром, а при помощи насоса на земле (наподобие надувных кругов).



Воздушный змей так же не имеет каркаса, но за счет избыточного давления внутри оболочки уже на земле имеет полетную форму. Опять же по аналогии с надувным кругом - змей не тонет в воде при падении, по этой причине используется в кайтинге при катании по водной поверхности.

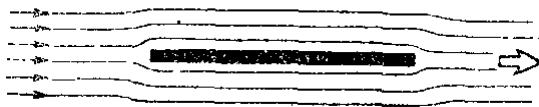
## Почему воздушные змеи летают?

Способность воздушных змеев держаться в воздухе и поднимать грузы объясняется тем, что они обладают подъемной силой. Приведем такой опыт. Если из окна движущегося автобуса или вагона высунуть руку с пластинкой (куском картона или фанеры), поставив ее вертикально,



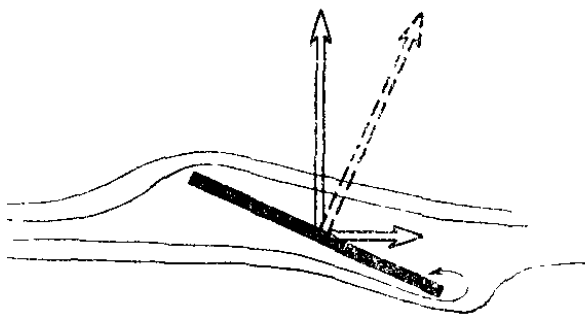
то можно будет почувствовать, что руку относит назад с какой-то силой.

Эта сила возникает потому, что на пластинку набегают поток воздуха и оказывает на нее давление. Это давление будет больше, если увеличить размеры пластинки или скорость движения; на большой скорости эта сила может оказаться так велика, что высовывать руку окажется опасным.



Силу давления на пластину встречного потока можно уменьшить во много раз, если пластину поставить ребром к потоку воздуха.

Если же пластину поставить под небольшим углом, то руку начнет отклонять не только назад, но и вверх.



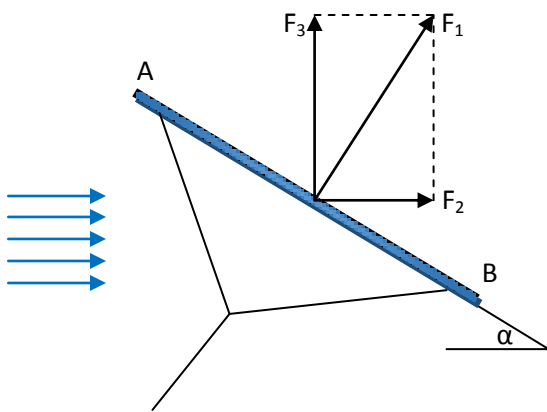
Угол по отношению к потоку воздуха называется углом атаки (его принято обозначать  $\alpha$  – альфа). Змеи летают при среднем угле атаки 10-

20°.

Так почему же взлетает воздушный змей?

На воздушного змея действуют четыре силы: сопротивление, подъемная сила, сила тяжести и подъемная сила.





полёте.

На упрощённом чертеже линия АВ изображает разрез плоского воздушного змея. Предположим, что наш воображаемый воздушный змей взлетает справа налево под углом  $\alpha$  – альфа к горизонту или набегающему потоку ветра. Рассмотрим, какие силы действуют на воздушный змей в

Плотная масса воздуха препятствует движению воздушного змея на взлете, другими словами, оказывает на него некоторое давление, обозначим его  $F_1$ . Теперь построим так называемый параллелограмм сил и разложим силу  $F_1$  на две составляющие -  $F_2$  и  $F_3$ . Сила  $F_2$  толкает воздушный змей от нас, а это значит, что при подъёме она снижает его первоначальную горизонтальную скорость. Следовательно, это сила сопротивления. Другая же сила ( $F_3$ ) увлекает воздушного змея вверх, поэтому назовем её подъемной. Мы определили, что на воздушного змея действуют две силы: сила сопротивления  $F_2$  и подъемная сила  $F_3$ .

Поднимая воздушного змея в воздух (буксируя её за леер), мы как бы искусственно увеличиваем силу давления на поверхность воздушного змея, то есть силу  $F_1$ . И чем быстрее мы разбегаемся, тем больше увеличивается эта сила. Но сила  $F_1$ , как мы определили, раскладывается на две составляющие:  $F_2$  и  $F_3$ . Вес воздушного змея постоянный, а действию силы  $F_2$  препятствует леер, увеличивается подъемная сила – воздушный змей взлетает.

Скорость ветра возрастает с высотой, вот почему при запуске воздушного змея стараются поднять его на такую высоту, где ветер мог бы поддерживать модель в одной точке. В полёте воздушный змей всегда находится под определенным углом к направлению ветра.

Сила сопротивления – создается движением воздуха, который обтекает змея.

Подъемная сила – это часть сопротивления, которая превращается в силу, направленную вверх.

Сила притяжения обусловлена весом змея и приложена в точке, которую называют центром тяжести.

Движущая сила сообщается змею леером, действующим как мотор.

Змей полетит, если линии действия всех этих сил пересекутся в центре тяжести. Иначе полет змея будет нестабильным.

Чтобы выдержать эти требования, поверхность змея должна быть наклонена по отношению к ветру под правильным углом.

Продольная устойчивость змея обеспечивается хвостом или формой аэродинамической поверхности, поперечная – килевыми плоскостями, устанавливаемыми параллельно лееру, или изогнутостью и симметричностью аэродинамической поверхности. При изготовлении змеев об этих факторах не следует забывать. Устойчивость полета змея зависит также от положения центра тяжести воздушного змея. Хвост смещает центр тяжести воздушного змея вниз и тормозит колебания змея, если ветер порывистый, неровный.

Проведем расчет подъемной силы воздушного змея по формуле:

$F_z = K * S * V * N * \cos(a)$ , где

$K = 0,096$  (коэффициент),

$S$  - несущая поверхность ( $m^2$ ),

$V$  - скорость ветра ( $m/c$ ),

$N$  - коэффициент нормального давления (см. таблицу)

Скорость ветра, $V$ , $m/c$	1	2	4	6	7	8	9	10	12	15
Коэффициент нормального давления $N$ , $kg/m^2$	0,14	0,54	2,17	4,87	6,64	8,67	10,97	13,54	19,5	30,47

$a$  - угол наклона.

### Пример.

Исходные данные:

$$S=0,5 \text{ м}^2;$$

$$V=6 \text{ м/с},$$

$$a=45^\circ.$$

$$N=4,87 \text{ кг/м}^2. \text{ (см. таблицу)}$$

Подставляем величины в формулу, получаем:

$$F_z=0,096*0,5*6*4,87*0,707=1 \text{ кг}.$$

Расчёт показал, что этот змей будет подниматься вверх только в том случае, если его вес не превысит 1 кг.

Расчет подъемной силы мы провели в старой системе единиц (кг\*с, килограмм-сила), а не в системе СИ (Н, Ньютон). Дело в том, что в повседневной жизни нам проще оценивать силу килограммами, а не ньютонами, т.е. мы знаем, сколько усилий нам необходимо приложить, чтобы поднять сумку с 5 кг картофеля. В случае с воздушными змеями тоже самое. Для справедливости приведем перевод килограмм-силы в систему СИ:  $1 \text{ кг*с} = 9,81 \text{ Н}$ .

Но не всё так просто, как это выглядит со стороны. Скорость ветра узнать весьма трудно, даже если запускать змея, держа в руках анемометр, результаты не будут правдивыми. Скорость ветра изменяется с высотой. Да и угол наклона немного изменяется в процессе полёта. Только практика поможет запустить бумажного змея.

Таким образом, рассмотрев основные принципы полета воздушного змея, можно смело сказать, что более простой в конструировании и управлении воздушный змей является прототипом более сложных летательных аппаратов.

Многие конструкторы, ранее увлекавшиеся змейковым делом, перешли к работе над самолетами. Но их опыт постройки змеев не прошел бесследно. Он, безусловно, сыграл свою роль в истории авиации на первой стадии развития самолета.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрев историю возникновения воздушного змея, изучив основные виды и конструкцию, проведя сравнительный анализ, я пришла к следующему выводу.

В наше время *воздушный змей*, являясь детской забавой, *требует большого воображения и способствует расширению кругозора*. В процессе выбора типа и формы змея развиваются склонности к дизайну, у конструктора появляется возможность для художественного самовыражения в процессе придумывания эмблем и других элементов украшения, поэтому полет воздушного змея – это всегда захватывающее зрелище.

Для других это *является захватывающим видом спорта*. По всему миру создаются Клубы и сообщества, объединяющие любителей воздушных змеев — как конструкторов, так и просто запускающих. Одним из известных является KONE — Клуб Воздушных Змеев Новой Англии, входящий в состав Американской Ассоциации Кайтинга.

Кто-то рассматривает запуск воздушного змея как добрую традицию, например в Японии.

За рубежом воздушные змеи чрезвычайно популярны среди детей и молодежи. Особенно ими увлекаются на Кубе, о. Бали. Часто можно видеть, как дети, даже находясь на пляже, не расстаются со своим любимым занятием - в воздухе над морем парят змеи самой разнообразной конструкции, самых ярких цветов.

В наши дни строительство змеев не может иметь ни оборонного, ни научного значения. Так как с развитием авиации их роль в этих сферах уменьшилась.

Конструирование и запуск воздушных змеев для людей, которые относятся к этому не как к развлечению, помогает понять основные принципы полета всех летательных аппаратов вместе взятых. *Змейковое дело стало одним из разделов первоначальной авиационной подготовки школьников, а воздушные змеи - полноправными летательными аппаратами*

*наряду с моделями самолетов и планеров*, так как позволяют изучить законы физики, аэродинамики и практическое их применение.

Такой подход к воздушным змеям является начальной ступенью для ребят, которые планируют связать в дальнейшем свою жизнь с конструированием или эксплуатированием летательных аппаратов. Без знаний расчетов, без учета особенностей нижних слоев атмосферы, направления ветра и т.д. не запустить как воздушного змея, так и модели планера или самолета.

## Литература

1. Ермаков А.М. Простейшие авиамодели: Кн. Для учащихся 5 - 8 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1989, - 144 с.
2. Энциклопедия самоделок. – М.: АСТ – ПРЕСС, 2002. – 352.: ил. – (Сделай своими руками).
3. Рожов В.С. Авиамodelьный кружок. Для руководителей кружков школ и внешкольных учреждений М.: Просвещение, 1986.-144с.
4. Ермаков А. М. «Простейшие авиамодели», 1989
5. «Факультативный курс физики» - М: Просвещение, 1998г.
6. А.А.Пинский, В.Г.Разумовский “Физика и Астрономия” - Просвещение, 1997г.
7. Энциклопедия для детей. Том 14. Техника. Гл. ред. М.Д. Аксёнова. — М.: Аванта+, 2004.

## Интернет- ресурсы:

1. <http://media.aplus.by/page/42/>
2. <http://sfw.org.ua/index.php?cstart=502&>
3. <http://www.atrava.ru/08d36bff22e97282f9199fb5069b7547/news/22/news-17903>
4. <http://www.airwar.ru/other/article/engines.html>
5. <http://arier.narod.ru/avicos/l-korolev.htm>
6. [http://www.library.cpilot.info/memo/beregovoy\\_gt/index.htm](http://www.library.cpilot.info/memo/beregovoy_gt/index.htm)
7. [http://aviaclub33.ru/?page\\_id=231](http://aviaclub33.ru/?page_id=231)
8. [http://sitekd.narod.ru/zmey\\_history.html](http://sitekd.narod.ru/zmey_history.html)
9. [http://sitekd.narod.ru/zmey\\_history.html](http://sitekd.narod.ru/zmey_history.html)