Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**Рабочая тетрадь**

по программе

**Физика воздухоплавания**

г. Москва, 2020 г.

**Оглавление**

[Тема: «Вводное занятие» Урок №1 6](#_Toc61235220)

[*Контрольные вопросы:* 10](#_Toc61235221)

[*Домашнее задание:* 10](#_Toc61235222)

[Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России» Урок №2 11](#_Toc61235223)

[*Контрольные вопросы и задания:* 19](#_Toc61235224)

[*Домашнее задание:* 20](#_Toc61235225)

[Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России» Урок №3 21](#_Toc61235226)

[*Контрольные вопросы и задания:* 26](#_Toc61235227)

[*Домашнее задание:* 26](#_Toc61235228)

[Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России» Урок №4 28](#_Toc61235229)

[*Контрольные вопросы и задания:* 35](#_Toc61235230)

[*Домашнее задание:* 36](#_Toc61235231)

[Тема: «Теория: плотность, давление, газы, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»](#_Toc61235232)[Урок №5 37](#_Toc61235233)

[*Контрольные вопросы и задания:* 43](#_Toc61235234)

[*Домашнее задание:* 43](#_Toc61235235)

[Тема: «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»](#_Toc61235236)[Урок №6 44](#_Toc61235237)

[*Контрольные вопросы и задания:* 47](#_Toc61235238)

[*Домашнее задание:* 48](#_Toc61235239)

[Тема: «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»](#_Toc61235240)[Урок №7 49](#_Toc61235241)

[*Контрольные вопросы и задания:* 52](#_Toc61235242)

[*Домашнее задание:* 52](#_Toc61235243)

[Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»](#_Toc61235244)[Урок №8 53](#_Toc61235245)

[*Контрольные вопросы и задания:* 58](#_Toc61235246)

[*Домашнее задание:* 58](#_Toc61235247)

[Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»](#_Toc61235248)[Урок №9 60](#_Toc61235249)

[*Контрольные вопросы и задания:* 63](#_Toc61235250)

[*Домашнее задание:* 63](#_Toc61235251)

[Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»](#_Toc61235252)[Урок №10 65](#_Toc61235253)

[*Контрольные вопросы и задания:* 68](#_Toc61235279)

[*Домашнее задание:* 68](#_Toc61235280)

[Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»](#_Toc61235282)[Урок №11 70](#_Toc61235283)

[*Контрольные вопросы и задания:* 73](#_Toc61235284)

[*Домашнее задание:* 73](#_Toc61235285)

[Тема: «Воздушные змеи» Урок №12. 74](#_Toc61235286)

[*Контрольные вопросы и задания:* 77](#_Toc61235287)

[*Домашнее задание:* 77](#_Toc61235288)

[Тема: «Воздушные змеи» Урок №13. 78](#_Toc61235289)

[*Контрольные вопросы и задания:* 81](#_Toc61235290)

[*Домашнее задание:* 81](#_Toc61235291)

[Тема: «Воздушные змеи» Урок №14. 82](#_Toc61235292)

[*Контрольные вопросы и задания:* 85](#_Toc61235317)

[*Домашнее задание:* 85](#_Toc61235318)

[Тема: «Воздушные змеи» Урок №15. 86](#_Toc61235319)

[*Контрольные вопросы и задания:* 88](#_Toc61235320)

[*Домашнее задание:* 88](#_Toc61235321)

[Подберите место для будущего запуска воздушного змея. 88](#_Toc61235322)

[Тема: «Воздушные змеи» Урок №16. 89](#_Toc61235323)

[*Контрольные вопросы и задания:* 92](#_Toc61235324)

[*Домашнее задание:* 92](#_Toc61235325)

[Тема: «Планеры»](#_Toc61235326)[Урок №17 93](#_Toc61235327)

[*Контрольные вопросы и задания:* 98](#_Toc61235349)

[*Домашнее задание:* 98](#_Toc61235350)

[Тема: «Планеры»](#_Toc61235351)[Урок №18 99](#_Toc61235352)

[*Контрольные вопросы и задания:* 102](#_Toc61235367)

[*Домашнее задание:* 103](#_Toc61235368)

[Тема: «Планеры»](#_Toc61235369)[Урок №19 104](#_Toc61235370)

[*Контрольные вопросы и задания:* 107](#_Toc61235392)

[*Домашнее задание:* 107](#_Toc61235393)

[Тема: «Планеры»](#_Toc61235394)[Урок №20 108](#_Toc61235395)

[*Контрольные вопросы и задания:* 115](#_Toc61235430)

[*Домашнее задание:* 115](#_Toc61235431)

[Тема: «Планеры»](#_Toc61235432)[Урок №21 116](#_Toc61235433)

[*Контрольные вопросы и задания:* 127](#_Toc61235493)

[*Домашнее задание:* 127](#_Toc61235494)

[Тема: «Бумеранги»](#_Toc61235495)[Урок №22 128](#_Toc61235496)

[*Контрольные вопросы и задания:* 133](#_Toc61235498)

[*Домашнее задание:* 133](#_Toc61235499)

[Тема: «Бумеранги»](#_Toc61235500)[Урок №23 134](#_Toc61235501)

[*Контрольные вопросы и задания:* 136](#_Toc61235502)

[*Домашнее задание:* 137](#_Toc61235503)

[Тема: «Бумеранги»](#_Toc61235504)[Урок №24 138](#_Toc61235505)

[*Контрольные вопросы и задания:* 143](#_Toc61235507)

[*Домашнее задание:* 143](#_Toc61235508)

[Тема: «Бумеранги»](#_Toc61235509)[Урок №25 145](#_Toc61235510)

[*Контрольные вопросы и задания:* 153](#_Toc61235512)

[*Домашнее задание:* 153](#_Toc61235513)

[Тема: «Роторы и вертушки»](#_Toc61235514)[Урок №26 154](#_Toc61235515)

[*Контрольные вопросы и задания:* 160](#_Toc61235550)

[*Домашнее задание:* 160](#_Toc61235551)

[Тема: «Роторы и вертушки»](#_Toc61235552)[Урок №27 161](#_Toc61235553)

[*Контрольные вопросы и задания:* 170](#_Toc61235599)

[*Домашнее задание:* 170](#_Toc61235600)

[Тема: «Современные летательные аппараты. Вертолеты. История военная и гражданская»](#_Toc61235601)[Урок №28 171](#_Toc61235602)

[*Контрольные вопросы и задания:* 179](#_Toc61235623)

[*Домашнее задание:* 179](#_Toc61235624)

[Тема: «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета»](#_Toc61235625)

[Урок №29 180](#_Toc61235626)

[*Контрольные вопросы и задания:* 184](#_Toc61235730)

[*Домашнее задание:* 184](#_Toc61235731)

[Тема: «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета»](#_Toc61235734)

[Урок №30 185](#_Toc61235735)

[*Контрольные вопросы и задания:* 189](#_Toc61235765)

[*Домашнее задание:* 189](#_Toc61235766)

[Тема: «Самолеты. История военная и гражданская»](#_Toc61235769)[Урок №31 190](#_Toc61235770)

[*Контрольные вопросы и задания:* 199](#_Toc61235825)

[*Домашнее задание:* 200](#_Toc61235826)

[Тема: «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла»](#_Toc61235829)[Урок №32 201](#_Toc61235830)

[*Контрольные вопросы и задания:* 205](#_Toc61235840)

[*Домашнее задание:* 205](#_Toc61235841)

[Тема: «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла»](#_Toc61235844)[Урок №33 207](#_Toc61235845)

[*Контрольные вопросы и задания:* 210](#_Toc61235846)

[*Домашнее задание:* 211](#_Toc61235847)

[Тема: «Квадрокоптер. Механика полета»](#_Toc61235850)[Урок№34 212](#_Toc61235851)

[*Контрольные вопросы и задания:* 214](#_Toc61235875)

[*Домашнее задание:* 214](#_Toc61235876)

[Тема: «Изготовления квадрокоптера»](#_Toc61235879)[Урок№35 215](#_Toc61235880)

[*Контрольные вопросы и задания:* 222](#_Toc61235955)

[*Домашнее задание:* 222](#_Toc61235956)

[Тема: «Изготовления квадрокоптера»](#_Toc61235958)[Урок№36 223](#_Toc61235959)

[*Контрольные вопросы и задания:* 225](#_Toc61235967)

[*Домашнее задание:* 226](#_Toc61235971)

[Тема: «Изготовления квадрокоптера»](#_Toc61235972)[Урок№37 227](#_Toc61235973)

[*Контрольные вопросы и задания:* 240](#_Toc61236001)

[*Домашнее задание:* 240](#_Toc61236005)

[Тема: «Изготовления квадрокоптера»](#_Toc61236006)[Урок№38 242](#_Toc61236007)

[*Контрольные вопросы и задания:* 254](#_Toc61236008)

[*Домашнее задание:* 254](#_Toc61236012)

[Тема: «Изготовления квадрокоптера»](#_Toc61236013) [Урок№39 255](#_Toc61236014)

[*Контрольные вопросы и задания:* 265](#_Toc61236015)

[*Домашнее задание:* 266](#_Toc61236019)

[Тема: «Воздухоплавание, как первый шаг покорения космического пространства»](#_Toc61236020) [Урок№40 267](#_Toc61236021)

[*Контрольные вопросы и задания:* 271](#_Toc61236022)

[*Домашнее задание:* 271](#_Toc61236023)

[Тема: «Исследование межпланетного пространства и сотрудничество в космосе»](#_Toc61236024) [Урок№41 27](#_Toc61236025)2

[*Контрольные вопросы и задания:* 284](#_Toc61236044)

[*Домашнее задание:* 2](#_Toc61236045)84

[Тема: «Итоговое занятие»](#_Toc61236024) [Урок№42 28](#_Toc61236025)6

# Тема: «Вводное занятие»

Урок №1

Теоретический материал

Инструктаж по технике безопасности необходим для развития правильного поведения в помещении и работы с острыми предметами, для избегания несчастных случаев во время проведения урока и предотвращение возможности порчи оборудования.

Во избежание несчастного случая на уроке рекомендуется выполнять следующие правила:

* приходи на урок за пять минут до звонка;
* входи в кабинет только с разрешения учителя;
* во время практики надень специальную одежду;
* сиди на закрепленных местах и не вставай без разрешения учителя;
* работу начинай только с разрешения учителя. Когда учитель обращается к тебе, приостанови работу, не отвлекайся во время работы;
* не пользуйся инструментами, правила обращения с которыми не изучены;
* используй инструменты только по назначению;
* не работай неисправными и тупыми инструментами;
* при работе держи инструмент так, как показал учитель;
* инструменты и оборудование храни в предназначенном для этого месте, нельзя хранить инструменты и в беспорядке;
* содержи в чистоте и порядке рабочее место;
* раскладывай инструменты и оборудование в указанном учителем порядке;
* не разговаривай во время работы;
* выполняй работу внимательно, не отвлекайся на посторонние дела;
* во время перемены выходи из кабинета;
* по окончании работы прибери свое рабочее место.

Во избежание несчастного случая при работе с ножницами или канцелярским ножом на уроке рекомендуется выполнять следующие правила:

* соблюдай порядок на своем рабочем месте;
* перед работой проверь исправность инструментов;
* не работай ножницами/канцелярским ножом с ослабленным креплением;
* работай только исправным инструментом: хорошо отрегулированными и заточенными ножницами/канцелярским ножом;
* работай ножницами/канцелярским ножом только на своем рабочем месте;
* следи за движением лезвий во время работы;
* ножницы клади справа, сомкнутыми лезвиями от себя;
* передавай ножницы кольцами вперед с сомкнутыми лезвиями;
* не оставляй ножницы/канцелярский нож открытыми;
* храни ножницы/канцелярский нож в чехле лезвиями вниз или в специально отведенном для этого месте;
* не играй с ножницами/канцелярским ножом, не подноси ножницы/канцелярский нож, не роняй ножницы/канцелярский нож;
* используй ножницы/канцелярский нож по назначению;
* не проверяй остроту лезвий пальцем.

Содержание учебного курса:

*Тема 1. Вводное занятие.*

Основы техники безопасности и правил поведения в учебных классах. Общее знакомство с программой.

*Тема 2. История воздухоплавания: от Икара до беспилотников и полетам к другим планетам. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России.*

История воздухоплавания, мифы, легенды, история развития воздухоплавания, современные летательные аппараты.

*Тема 3. Теория: плотность, давление, газы, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли.*

Изучение теории поведение газа при изменении плотности, температуры, давления. Знакомство с силой гравитации, законами Архимеда, Бернули.

*Тема 4. Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли.*

Основы и принципы работы летательных аппаратов (планеры, винтовые и реактивные летательные аппараты). История возникновения воздушных шаров и дирижаблей.

*Тема 5. Воздушные змеи.*

Летательный аппарат, удерживаемый с земли при помощи леера и поднимаемый за счёт силы ветра.

*Тема 6. Планеры.*

Безмоторный летательный аппарат тяжелее воздуха, поддерживаемый в полёте за счёт аэродинамической подъёмной силы, создаваемой на крыле набегающим потоком воздуха.

*Тема 7. Бумеранги.*

Древянная метательная палица, обладающая особой аэродинамической формой, которая позволяет повышать дальность броска и/или способствует возвращению к месту запуска. В прошлом — боевое и охотничье оружие у многих народов мира.

Древнейшие бумеранги применялись ещё в позднем палеолите, о чём свидетельствуют наскальные изображения во Франции. Подобные наскальные рисунки с соответствующим сюжетом имеются и в Австралии, в Кимберли. Их возраст — 50000 лет. Древнейшая находка натурального бумеранга состоялась в польских Карпатах. Это 30000-летний бумеранг из мамонтового бивня. Это орудие было обнаружено во время исследования палеолитической стоянки, расположенной в пещере на горе Облазова гура в Малопольском воеводстве.

*Тема 8. Роторы и вертушки.*

Конструкция и история создания вентилятора. Первые упоминания о данном предмете появились столетия назад. Устройства на основе механики, вызывающие колебание воздушных масс, возникли в начале XVI в.

*Тема 9. Вертолеты. История военная и гражданская.*

История военной и гражданской авиации, первые попытки покорения неба, знакомство с современными летательными аппаратами.

*Тема 10. Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета.*

Характеристика вертолетов их назначение, разновидности. Преодоление силы земного притяжения, создание подъемной силы, равной силе притяжения Земли или превышающую ее.

*Тема 11. Самолеты. История военная и гражданская*

Самолеты назначение, разновидности. История развития военного и гражданского самолётостроения.

*Тема 12. Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла.*

Характеристики самолетов, классификация. Преодоление силы земного притяжения, создание подъемной силы, за счет подъемной силы крыла.

*Тема 13. Квадрокоптер. Механика полета.*

Современный летательный аппарат Квадракоптер. Базовые принципы полета квадрокоптера. Базовые принципы полетов любой техники описывает аэродинамика и квадрокоптеры не являются исключением. Три оси вращения абсолютно однозначно задают ориентацию квадрокоптера в пространстве и направление его полета. Причем направление движения никак не зависит от расположения самого квадрокоптера в воздухе.

*Тема 14. Изготовления квадрокоптера.*

Практическое проектирование и изготовление квадрокоптера.

*Тема 15. Ветроэнергетика и парусные суда.*

Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. Судно, которое использует парус и силу ветра для движения. Первые парусные и парусно-гребные суда появились несколько тысяч лет назад в эпоху древнейших цивилизаций. Парусные суда способны развивать скорость, превышающую скорость ветра.

***Задание.*** Ответьте на вопросы:

* назовите основные правила поведения на уроках «Физика воздухоплавания»;
* перечислите правила безопасной работы с ножницами;
* назовите цели и основные темы курса «Физика воздухоплавания»;
* определите краткое содержание тем курса и их возможное практическое применение.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Техника безопасности»:

- перечислить основные правила поведения по техники безопасности в классе;

- назвать основные рекомендации, при использовании острых предметов (ножницы, канцелярский нож);

- какие возможные последствия могут быть в результате нарушения техники безопасности?

# Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России»

Урок №2

Теоретический материал

Величайшим художником, скульптором и зодчим Афин был Дедал, потомок Эрехтея. О нем рассказывали, что он высекал из белоснежного мрамора такие дивные статуи, что они казались живыми; казалось, что статуи Дедала смотрят и двигаются. Много инструментов изобрел Дедал для своей работы; им были изобретены топор и бурав. Далеко шла слава о Дедале.

У этого-то великого художника был племянник Тал, сын его сестры Пердики. Тал был учеником своего дяди. Уже в ранней юности поражал он всех своим талантом и изобретательностью. Можно было предвидеть, что Тал далеко превзойдет своего учителя. Дедал завидовал племяннику и решил убить его. Однажды Дедал стоял с племянником на высоком афинском Акрополе у самого края скалы. Никого не было видно кругом. Увидев, что они одни, Дедал столкнул племянника со скалы. Был уверен художник, что его преступление останется безнаказанным. Упав со скалы, Тал разбился насмерть. Дедал поспешно спустился с Акрополя, поднял тело Тала и хотел уже тайно зарыть его в землю, но застали Дедала афиняне, когда он рыл могилу. Злодеяние Дедала открылось. Ареопаг присудил его к смерти.

Спасаясь от смерти, Дедал бежал на Крит к могущественному царю Миносу, сыну Зевса и Европы. Минос охотно принял под свою защиту великого художника Греции. Много дивных произведений искусства изготовил Дедал для царя Крита. Он выстроил для него и знаменитый дворец Лабиринт, с такими запутанными ходами, что раз войдя в него, невозможно было найти выхода. В этом дворце Минос заключил сына жены своей Пасифаи, ужасного Минотавра, чудовища с телом человека и головой быка.

Много лет жил Дедал у Миноса. Не хотел отпустить его царь с Крита; только один хотел он пользоваться искусством великого художника. Словно пленника, держал Минос Дедала на Крите. Дедал долго думал, как бежать ему, и, наконец, нашел способ освободиться от критской неволи.

- Если не могу я, - воскликнул Дедал, - спастись от власти Миноса ни сухим путем, ни морским, то ведь открыто же для бегства небо! Вот мой путь! Всем владеет Минос, лишь воздухом не владеет он!

Принялся за работу Дедал. Он набрал перьев, скрепил их льняными нитками и воском и стал изготовлять из них четыре больших крыла. Пока Дедал работал, сын его Икар играл около отца: то ловил он пух, который взлетал от дуновения ветерка, то мял в руках воск. Мальчик беспечно резвился, его забавляла работа отца. Наконец, Дедал кончил свою работу; готовы были крылья. Дедал привязал крылья за спину, продел руки в петли, укрепленные на крыльях, взмахнул ими и плавно поднялся на воздух. С изумлением смотрел Икар на отца, который парил в воздухе, подобно громадной птице. Дедал спустился на землю и сказал сыну:

- Слушай, Икар, сейчас мы улетим с Крита. Будь осторожен во время полета. Не спускайся слишком низко к морю, чтобы соленые брызги волн не смочили твоих крыльев. Не подымайся и близко к солнцу: жара может растопить воск, и разлетятся перья. За мной лети, не отставай от меня.

Отец с сыном надели крылья на руки и легко понеслись. Те, кто видел их полет высоко над землей, думали, что это два бога несутся по небесной лазури. Часто оборачивался Дедал, чтобы посмотреть, как летит его сын. Они миновали уже острова Делос, Парос и летят все дальше и дальше.

Быстрый полет забавляет Икара, все смелее взмахивает он крыльями. Икар забыл наставления отца; он не летит уже следом за ним. Сильно взмахнув крыльями, он взлетел высоко под самое небо, ближе к лучезарному солнцу. Палящие лучи растопили воск, скреплявший перья крыльев, выпали перья и разлетелись далеко по воздуху, гонимые ветром. Взмахнул Икар руками, но нет больше на них крыльев. Стремглав упал он со страшной высоты в море и погиб в его волнах.

Дедал обернулся, смотрит по сторонам. Нет Икара. Громко стал звать он сына:

- Икар! Икар! Где ты? Откликнись!

Нет ответа. Увидал Дедал на морских волнах перья из крыльев Икара и понял, что случилось. Как возненавидел Дедал свое искусство, как возненавидел тот день, когда задумал спастись с Крита воздушным путем!

А тело Икара долго носилось по волнам моря, которое стало называться по имени погибшего Икарийским. Наконец прибили его волны к берегу острова; там нашел его Геракл и похоронил.

Дедал же продолжал свой полет и прилетел, наконец, в Сицилию. Там он поселился у царя Кокала. Минос узнал, где скрылся художник, отправился с большим войском в Сицилию и потребовал, чтобы Кокал выдал ему Дедала.

Дочери Кокала не хотели лишиться такого художника, как Дедал. Они придумали хитрость. Уговорили отца согласиться на требования Миноса и принять его как гостя во дворце. Когда Минос принимал ванну, дочери Кокала вылили ему на голову котел кипящей воды; умер Минос в страшных мучениях. Долго жил Дедал в Сицилии. Последние же годы жизни провел на родине, в Афинах; там стал он родоначальником Дедалидов, славного рода афинских художников.

Широко известна легенда о британском короле Бладуде, который с детства мечтал о полетах. Он сделал крылья, действующие по принципу птичьих, то есть при помощи маховых движений. Материалом для них послужили прутья, ремни и перья. Использование птичьих перьев должно было помогать полету за счет воздуха, содержащегося внутри них.

В прекрасный солнечный день Бладуд решил испробовать свое изобретение. Поднявшись на высокую дворцовую башню, он спрыгнул вниз и замахал крыльями. Однако земное притяжение оказалось сильнее, и король рухнул на землю.

Одна из главных причин его неудачи в том, что он пытался имитировать полет птиц, однако у пернатых созданий отношение мощности к весу очень велико. То есть большая мускульная сила позволяет им поднимать в воздух свой малый вес. В отличие от птиц человек обладает слабой мускулатурой рук и плеч, но тяжелыми костями. По этой причине его полет с подвижными крыльями невозможен.

Между тем смерть Бладуда не остановила экспериментаторов. Люди продолжали изобретать различные летательные приспособления и испытывать их.

В многочисленных источниках имеются сведения о полетах после прыжка с высоты. Так, в 875 г. араб бен Фиранс спрыгнул с крыши дома, а в 1003 г. подобную попытку предпринял ал-Джаухари, но оба полета закончились неудачно — изобретатели получили тяжелые увечья.

В XI в. английский монах Эйлмер из Малмесбюри спланировал с башни аббатства. Ему удалось пролететь несколько метров, после чего он рухнул на землю. В результате монах сломал обе ноги, но все же остался в живых. Его полет положил начало многочисленным экспериментам.

Примечательно, что, помимо традиционных перьев, для создания крыльев использовали и другие материалы, в первую очередь ткань, кожу и дерево. Однако все попытки взлететь в небо на таких приспособлениях заканчивались гибелью или увечьем очередного икара.

Новые проекты создания летательных аппаратов разрабатывались на протяжении всего Средневековья. Уже тогда изобретатели начали понимать, что хвостовое оперение просто необходимо для полетов. Ведь у птиц именно эта часть тела выполняет роль рулевого управления и балансировочного груза. Очевидцы утверждали, что араб бен Фиранс после падения воскликнул: «Мне нужен хвост!» По свидетельству английского летописца, монах Эйлмер также усматривал причину своей неудачи именно в том, что он «забыл присоединить хвост, как у птицы».

Первые летательные приспособления представляли собой некий придаток естественных человеческих органов. Технический прогресс в период Средневековья позволил приступить к разработке проектов более сложных аппаратов для полетов.

На смену идеи человека-птицы пришла идея летающей повозки, упоминания о которой сохранились еще в греческих, китайских и индийских мифических сказаниях. Принцип действия таких повозок заключался в следующем: человек располагался внутри аппарата и определенными манипуляциями с передаточным механизмом приводил в движение крылья. Предполагалось, что таким образом человек сможет повысить эффективность своих мускулов и наконец-то подняться в небо.

Первый реактивный самолет, согласно легенде, появился в 1500 г. Именно тогда китайский генерал Ван-Ху установил на воздушном змее пороховые ракеты и предпринял попытку подняться в воздух на этом летательном устройстве. Результаты эксперимента оказались весьма печальными — порох взорвался, а экспериментатор погиб. Однако отсутствие документальных подтверждений этого события не позволяет рассматривать его как исторический факт.

Среди славянских народов также находились чудаки, мечтающие о полетах. По свидетельству Даниила Заточника, относящемуся к XIII в., «иные, вскочив на коня, скачут по ристалищу, рискуют жизнью, а иные слетают с церкви или с высокого дома на шелковых крыльях…»

Однако первое документальное подтверждение попытки полета на крыльях в Российской империи относится к 1695 г. Тогда никому не известный изобретатель обратился к царю с просьбой выдать ему деньги на создание летательного приспособления. Его просьбу удовлетворили — из казны было выделено 18 рублей, и изобретатель приступил к работе. В ход пошли прутья, слюда, а затем кожа, но никто так и не увидел полета крылатого человека.

Идея летательного аппарата с машущими крыльями зародилась в голове знаменитого английского философа и естествоиспытателя, монаха-францисканца Роджера Бэкона. В его труде «О тайных вещах в искусстве и природе», опубликованном в 1542 г., говорилось: «Можно построить машины, сидя в которых, человек, вращая приспособление, приводящее в движение искусственные крылья, заставлял бы ударять их по воздуху, подобно птичьим». Однако это были лишь общие фразы. Бэкон не предложил конкретных проектов для реализации этой идеи.

Через два столетия «летающими повозками» заинтересовался легендарный Леонардо да Винчи, который, в отличие от Бэкона, детально разработал проекты нескольких типов орнитоптеров: с лежачим положением летчика (1485—1487 гг.), орнитоптер-лодку (около 1487 г.), с вертикальным расположением летчика (1495—1497 гг.) и др.

Леонардо принадлежит ряд замечательных конструктивных идей. Например, создание фюзеляжа (корпуса летательного аппарата) в форме лодки, использование поворотного хвостового оперения и убирающегося шасси. Помимо этого, в проектах предполагалось действовать и руками, и ногами, что позволило бы увеличить мощность взмахов крыльев аппарата.

Леонардо да Винчи принадлежит и идея создания орнитоптера, в качестве источника энергии которого выступал бы туго натянутый лук. Но в том случае, если бы проект ученого был реализован и машина построена, попытка все равно закончилась бы неудачей. Ее вес превысил бы 600 фунтов (272 кг), то есть она оказалась бы слишком тяжелой, чтобы подняться в воздух.

Знаменитый художник, ученый и изобретатель долгое время исследовал механизм полета птиц, благодаря чему пришел к выводу о том, что основная тяга создается концевыми частями крыла, что в большей степени соответствовало истине.

Леонардо считал, что для обеспечения горизонтальности полета птица располагает крылья под определенным наклоном, а ударяющий снизу ветер поднимает тело. Поскольку «равные вещи не одолевают одна другую, то птица остается на месте, не поднимаясь и не опускаясь». Помимо этого, изобретатель учитывал влияние на полет такого показателя, как площадь крыльев и хвоста — чем больше эта величина, тем медленнее птица осуществляет спуск.

Многолетние наблюдения за неподвижным зависанием птиц в воздухе позволили Леонардо обосновать принцип аэродинамического способа управления (изменение положения центра давления относительно центра тяжести) и сделать вывод о важности низкого расположения центра тяжести для обеспечения лучшей устойчивости в полете.

Леонардо да Винчи так и не сумел разработать проект летательного аппарата с полностью неподвижным крылом — прототипа современного планера или самолета. Но анализ его творчества позволяет думать, что талантливый изобретатель был близок к этому.

К концу жизни исследователь осознал, что человек не приспособлен для полетов и слишком тяжел для того, чтобы удержать себя в воздухе взмахами крыльев.

Поэтому не человек должен крыльями отталкивать воздух, а ветер ударять в крылья и нести их по воздуху, подобно паруснику. В этом случае пилоту остается лишь балансировать при помощи крыльев. В одной из работ Леонардо указывал: «Не нужно много силы, чтобы поддерживать себя и балансировать на своих крыльях и направлять их на путь ветров и управлять своим курсом, для этого достаточно небольших движений крыльями».

В результате многолетних исследований появился проект орнитоптера с крылом, состоящим из двух частей, соединенных при помощи шарниров — движущихся консолей и менее подвижного центроплана. По плану Леонардо, взмахи должны были производиться законцовками, составляющими почти половину общей площади крыла.

Однако чертежей новой машины изобретатель не оставил. Многие историки авиации считают, что это был проект моноплана-парасоля без хвостового оперения, размах крыльев которого достигал 18 м. Такая машина более всего подходила для полетов в восходящих потоках воздуха. Крылья с ограниченной подвижностью предназначались для балансировки в воздухе.

Предполагалось, что на этом аппарате Леонардо предпримет попытку полета с вершины горы в окрестностях Флоренции. Но недостаток свободного времени и ряд других идей не позволили Леонардо осуществить этот проект. Возможно, его увлекла мысль о создании летательной машины с полностью неподвижным крылом.

Проект летательного аппарата с частично фиксированным крылом считается первым шагом на пути зарождения концепции самолета. Но эта и другие прогрессивные идеи Леонардо в теории и практике механического полета в XV столетии так и не были реализованы. Лишь в конце XIX в. проекты изобретателя получили широкую известность, но к тому времени они уже безнадежно устарели и не могли оказать влияние на развивающееся авиастроительство.

В конце XVII столетия ученые Д. Борелли и Р. Гук попытались научно обосновать бесплодность экспериментов с использованием орнитоптеров-мускулолетов.

Опытным путем им удалось доказать, что весовые и энергетические характеристики человека значительно отличаются от соответствующих параметров птицы, вследствие этого человек не может подняться в воздух при помощи искусственных крыльев.

В рассматриваемый период тормозом для развития авиастроения являлся недостаток научных знаний и механизмов. Благодаря принципу собирания механической энергии при помощи туго натянутого лука или пружины удавалось получить импульс, достаточный лишь для очень кратковременного полета. Особого интереса для изобретателей он не представлял.

Английскому ученому Д. Уилкинзу принадлежит идея использования в летательной машине энергии пара, однако первые пароатмосферные аппараты были слишком тяжелы, вследствие чего не пригодны для поднятий в воздух. Безуспешной оказалась и попытка создания легкого поршневого двигателя, работающего от взрывов пороха.

Таким образом, ученым удалось привести веские аргументы о невозможности полета с искусственными крыльями, приводимыми в движение маховыми движениями рук. В результате количество подобных попыток значительно уменьшилось: в 1580—1679 гг. их насчитывалось четырнадцать, а в XVIII столетии — лишь семь. К тому же церковь, считающая полет человека грехом, препятствовала реализации новых проектов.

Кризис идеи «чистого» орнитоптера способствовал зарождению мысли об использовании наряду с подвижными частями неподвижной аэродинамической поверхности. Разработки в этом направлении положили начало развитию идеи создания самолета.

***Контрольные вопросы:***

1. Из каких материалов сделал крылья легендарный король бриттов Бладуд?
2. В чем видели свои неудачи в полетах араб бен Фиранс и английский монах Эйлмер?
3. Какое воздушное судно тяжелее воздуха, поддерживается в воздухе путем маховых движений?
4. Какому ученому, художнику, изобретателю принадлежит идея летательного аппарата в качестве источника энергии выступал гигантский лук?

**Задание:**

*Задание №1*

Опишите к какому выводу пришел араб бен Фиранс после падения испытывая летательный аппарат.

*Задание №2*

Опишите полученный, положительный и отрицательный опыт из первых экспериментов при создании летательных аппаратов.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России

* опишите принцип работы орнитоптеров-мускулолетов, и что научно смогли обосновать ученые Д. Борелли и Р. Гук;
* изложите взгляды Леонардо да Винчи на конструкцию летательных аппаратов;

Выполните задание №2 из рабочей тетради.

# Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России»

Урок №3

Теоретический материал

Когда человек построил и научился управлять самолетом, к нему в голову пришла мысль о покорении неба управляемыми беспилотниками (когда пилот не находиться непосредственно внутри управляемого аппарата.

История этих аппаратов начинается скорее на воде чем в воздухе. В конце XIX века, если быть точными, то в 1899 году, небезызвестный изобретатель, физик и инженер Никола Тесла сконструировал и продемонстрировал общественности первый в мире радиоуправляемый кораблик, что не осталось незамеченным в ученой среде и дало свой толчок развитию сферы управляемых объектов.

Несмотря на общий посыл Николы Тесла, следующим «беспилотником» оказалось не судно, а самый обыкновенный летательный аппарат. Военный инженер и изобретатель Чарльз Кеттеринг в 1910 году, вдохновленный успехами братьев Райт, предложил создать летательный аппарат, управляемый не человеком, а часовым механизмом, который в определенное время сбрасывал свои крылья и падал на врага. Удивительно, но, несмотря на инновационную и экстравагантную идею, Кеттерингу дали зеленый свет и с помощью финансирования из армии США ему удалось создать несколько рабочих моделей. Увы, после нескольких испытательных полетов, прошедших с переменным успехом, проект по не многу сошел на нет и в боевых действиях во время Первой Мировой войны разработка участия не принимала.

Впрочем, по-настоящему прорывным для беспилотников XX века стал 1933 год, который официально считается родоначальником всех дальнейших разработок. Именно в этот год, силами инженеров Великобритании был разработан первый беспилотный летательный аппарат (БПЛА), который, к слову сказать, был ко всему прочему многократного использования. Проект получил название DH.82B Queen Bee, и представляли собой отреставрированные модели бипланов Fairy Queen, которыми дистанционно управляли с корабля по радио. И именно этому беспилотнику было суждено стать самолетом-мишенью для будущих асов и зенитчиков. DH.82B Queen Bee служил ВВС ее Величества с 1934 года по 1943.

Естественно, мимо подобного новшества во время Второй Мировой войны не могли пройти мимо ни Германия, ни СССР, ни США. Так, например, Германия использовала управляемые бомбы Henschel Hs 293 и Fritz X, которые успешно показали себя во время ведения боевых действий в Средиземном море, однако в массовое производство суждено было попасть не им, а «самолету-снаряду» ракете Фау-1, а с 1942 года, Фау-2. А вот в СССР времен Второй Мировой проектируемым конструкциям воплотиться в реальность не удалось, несмотря на попытки авиаконструктора Василия Никитина. Именно его стараниями существовал проект беспилотной летающей ракеты, чья дальность полета составляла от 100 км и более при скорости в 700 км/ч, но как уже говорилось, проект остался лишь на бумаге. Впрочем, в 1941 году СССР был успешно применен тяжелый бомбардировщик ТБ-3 в качестве беспилотного самолета для подрывов мостов.

Несмотря на то, что после Второй Мировой войны БПЛА так или иначе активно использовались лишь США и СССР, на данный момент ведущим лидером в разработке и применении беспилотников считается именно США. Достаточно сказать лишь то, что в 2012 году беспилотные летательные аппараты, состоявшие на вооружении ВВС США, составили 7494 штук, в то время как пилотируемых аппаратов насчитывается почти 11 тысяч.

Однако, несмотря на развитие БПЛА в военной сфере, нельзя забывать и о гражданском применении данных аппаратов, которых с каждым годом появляется все больше и больше.

В данный момент по значимости развития технологий в данной сфере необходимо отметить не только США, но и Россию, Израиль, а так же Великобританию, расширившую свой парк беспилотных летательных аппаратов.

С создания в январе 1908 года Императорского Всероссийского аэроклуба (ИВАК), председателем которого стал великий князь Александр Михайлович, началась официальная история русской авиации. В этом же году в Российской Империи приступили к изготовлению дирижаблей.

В то же время, инженерное ведомство недоверчиво относилось к идее использовать авиации в военных целях. Лишь в 1909 году оно предложило Учебному воздухоплавательному парку (начальник — генерал-майор А. М. Кованько) построить пять аэропланов. Затем военное ведомство закупило у иностранных фирм несколько самолётов Райта и Фармана.

В 1909 году печатным органом ИВАК стал журнал «Воздухоплаватель».

30 января 1910 г. в возглавляемом великим князем Александром Михайловичем Особом комитете по восстановлению морского флота на добровольные пожертвования был создан Отдел воздушного флота. В марте 1910 г. группа российских офицеров была послана во Францию для обучения полетам. Вернувшись в Россию, они начали обучать полетам других офицеров. Летом 1910 года была открыта первая школа по подготовке военных лётчиков, для которой во Франции были закуплены аэропланы французского производства. С мая 1911 года школа размещалась в Гатчине. 21 ноября 1910 года была открыта вторая лётная школа в Севастополе.

С развитием воздухоплавания в России появились и выдающиеся деятели вошедшие в нашу историю:

Михаил Ефимов первый дипломированный русский пилот-авиатор. Получил диплом №31 от 2.04.1910 г. во Франции в школе Фармана.

После тренировочного полёта в Одессе 7 марта 1910 года и пяти показательных на следующий день, в том числе с пассажирами, Михаил Ефимов по праву считается первым лётчиком России.

Он побеждал в крупнейших зарубежных авиационных соревнованиях и российских авианеделях. Работая инструктором в Севастопольской офицерской школе авиации (на Каче и в Гатчине) до Первой мировой войны подготовил сотни военных лётчиков, и это, пожалуй, главная его заслуга. В годы войны заслужил полный георгиевский бант - 4 георгиевских креста и получил за боевые заслуги чин прапорщика.

По России с показательными полётами практически не ездил, ограничившись Москвой и Петербургом.

Сергей Уточкин первый русский авиагастролёр, пилот-самоучка.

Авиатор-самоучка Сергей Уточкин летал в десятках городов России.

Заявку на диплом №5 Всероссийского аэроклуба оформил только к 10 октября 1910 года, хотя к тому времени выполнил более 140 показательных полётов в разных городах, а экзамены сдал ещё в апреле.

Его несомненная заслуга - более 300 показательных полётов на "Фармане" и "Блерио" в разных городах Российской империи.

Список городов, в которых он в 1910-1912 годах летал первым, впечатляет: Киев, Москва, Харьков, Варшава, Лодзь, Нижний Новгород, Екатеринослав, Тифлис, Баку, Батуми, Симферополь, Ростов, Псков, Винница, Минск, Двинск, Юрьев, Житомир, Керчь, Ковно, Орёл и т.д. Удачно летал в Египте и Греции.

Уточкин стал первым русским авиатором-спортсменом, который попытался 13 мая 1912 года летать на гидросамолёте в Петербурге, установив на поплавки свой старенький "Фарман".

Генрих Сегно первый российский пилот-авиатор, получивший диплом в российской авиашколе. Получил диплом №1 от 31.07.1910 г. Императорского Всероссийского аэроклуба (ИВАК).

Выступал с показательными полётами в Польше, работал шеф-пилотом школы авиации "Авиата" в Варшаве.

Принимал участие во Всероссийском празднике воздухоплавания (1910 г.) и Второй С-Петербургской авианеделе (май 1911 г.). После тяжёлой аварии в 1912 году был вынужден завершить лётную деятельность.

Лидия Зверева первая русская женщина-авиатор, диплом №31 от 10.08.1911 г.

Обучалась и сдала экзамены в авиашколе Первого Российского товарищества воздухоплавания "Гамаюн" в Гатчине.

Выступала с показательными полётами в Баку и Риге, где вместе с мужем - авиатором Владимиром Слюсаренко - организовала аэропланную мастерскую и школу авиации. Они стали первой семейной парой дипломированных авиаторов в России.

Михаил Григорашвили первый русский студент, получивший диплом пилота-авиатора.

Диплом аэроклуба Франции №577 получил 9 августа 1911 года, сдав экзамен на экзотическом аэроплане "Пишоф".

Работал лётчиком-инструктором в авиашколе Всероссийского аэроклуба. В 1911-1912 гг. выступал с показательными полётами в Томске, Челябинске, Риге и на юге Украины.

Получив основательную инженерную подготовку, после революции сделал карьеру авиаконструктора в США.

Игорь Сикорский первый русский авиатор, сдавший экзамен на самолёте собственной конструкции. Диплом №64 от 26 августа 1911 года выдан Всероссийским аэроклубом.

18 августа 1911 г. в Киеве Сикорский сдал экзамен на звание пилота-авиатора на аэроплане собственной конструкции «С-5» (мотор Аргус в 50 л.с.), выполнив пять «восьмерок» на высоте более 200 метров в течение 36 минут 38 секунд.

С 1912 по 1918 год жил и работал в С-Петербурге, где и создал свои самые известные самолёты, в том числе многомоторные "Русский витязь" и "Илья Муромец".

Николай Рынин первый и единственный русский авиатор, получивший в 1911 году все 3 диплома: пилота-аэронавта, пилота-авиатора и пилота дирижабля.

С показательными полётами Рынин не выступал, принял участие как воздухоплаватель на Всероссийском празднике авиации в 1910 году. Был одним из 45 учредителей Всероссийского аэроклуба.

Преподавал в Институте путей сообщения, где организовал воздухоплавательный кружок, из которого вышли известные впоследствии авиаконструкторы и лётчики.

Стал видным ученым и популяризатором в области воздухоплавания, авиации и космонавтики.

В 1920 году организовал в Петроградском институте путей сообщения факультет воздушных сообщений. В 1928-1932 годах опубликовал первый энциклопедический труд по истории и теории реактивного движения и космонавтике: многотомник «Межпланетные сообщения».

***Контрольные вопросы:***

1. Кто считается первым лётчиком России?
2. С какого года началась официальная история русской авиации?
3. Кто является ведущим лидером в разработке и применении беспилотников?

**Задание:**

*Задание №3.*

Опишите конструкцию беспилотного летательного аппарата.

*Задание №4.*

Опишите первый беспилотник и кто его изобрел?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России».

* назовите выдающихся деятелей воздухоплавания вошедших в нашу историю;
* опишите, какой вклад могут принести современные беспилотные летательные аппараты для общества.

Выполните задание №4.

# Тема: «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России»

Урок №4

Теоретический материал

"Человек не имеет крыльев и по отношению веса своего тела к весу мускулов в 72 раза слабее птицы... Но я думаю, что он полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума". Эти слова принадлежат Н.Е. Жуковскому, "отцу русской авиации". Они были сказаны в 1898 году и стали пророческими. С помощью разума человек не только научился летать, но и превзошел птиц по скорости, дальности и высоте полета.

Авиация - ровесница XX века. Первый в мире полет на самолете с двигателем внутреннего сгорания совершили американцы братья Райт в деабре 1903 года, а в июне 1910 года на Сырецком ипподроме состоялся первый в России полет, его выполнил член Киевского общества воздухоплавания А.С. Кудашев на самолете собственного изготовления.

Авиастроение в дореволюционной России имело слабую производственно-техническую базу и находилось в зависимости от иностранного капитала. Однако даже в тех условиях отечественная инженерная мысль нередко опережала зарубежную, а по количеству построенных опытных образцов летательных аппаратов Россия не уступала самым развитым странам Европы. Самолеты "Русский витязь", "Илья Муромец" и другие, созданные на основе проектов русских конструкторов, установили целый ряд высших мировых достижений грузоподъемности, продолжительности и дальности полета.

Одним из наиболее ярких очагов зарождавшейся отечественной авиационной науки стал кружок воздухоплавания, организованный Н.Е. Жуковским при Московском техническом училище (ныне МВТУ им. Н.Э. Баумана). Именно здесь начинали свой творческий путь ставшие всемирно известными конструкторы и ученые А.Н. Туполев, В.П. Ветчинкин, Б.Н. Юрьев, Б.С. Стечкин, А.А. Архангельский и многие другие.

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла новую эру в развитии отечественной авиации. В.И. Ленин считал авиацию одним из величайших достижений века и неоднократно подчеркивал, что Советская Россия должна иметь свой воздушный флот. В 1918 году было принято решение о создании Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), который стал центром развития отечественной авиационной науки и техники. В 1921 - 1924 годах были приняты кардинальные меры по укреплению материальной базы авиации. По поручению В.И. Ленина разработана и в декабре 1922 года утверждена трехлетняя программа восстановления, дооборудования и расширения предприятий авиационной промышленности. В стране был выдвинут лозунг: "Трудовой народ, строй воздушный флот!".

Последующие годы, особенно годы первых пятилеток, - это время значительных темпов развития авиации. Сформировались сильные коллективы конструкторских бюро и специализированных научно-исследовательских институтов, открылись высшие авиационные учебные заведения в Москве, Харькове, Казани, Киеве. К началу 1935 года в стране действовали 28 крупных самолёта и моторостроительных заводов, что позволило освободиться от необходимости закупать авиационную технику за рубежом. На отечественных самолетах советские летчики В.П. Чкалов, М.М. Громов, В.С. Гризодубова, В.К. Коккинаки и другие совершали беспримерные по тому времени перелеты. Советская авиация получила всемирное признание.

Обострение международной обстановки, нарастание угрозы второй мировой войны потребовали неотложных мер по укреплению обороноспосбности нашей страны, обновлению боевой авиационной техники. В короткие сроки были созданы и испытаны новые образцы истребителей авиаконструкторов А.И. Микояна, М.И. Гуревича, А.С. Яковлева, С.А. Лавочкина, бомбардировщиков В.М. Петлякова, С.В. Ильюшина, А.Н. Туполева; весной 1941 года успешно прошел государственные испытания ставший легендарным бронированный штурмовик Ил-2 конструкции С.В. Ильюшина.

Освоение серийного выпуска новых боевых машин к началу войны не было завершено и продолжалось в сложных условиях развернувшихся жестоких сражений и передислокации многих авиационных заводов на восток страны.

Благодаря массовому героизму, проявленному авиастроителями в годы Великой Отечественной войны, эта трудность была преодолена. Уже в первой половине 1942 года авиационная промышленность достигла довоенного уровня производства, а к середине 1943 года мы превзошли гитлеровскую Германию и ее союзников по выпуску боевых самолетов. Количественное и качественное превосходство советской авиации сделало возможным завоевание нашими летчиками господства в воздухе, необходимого для разгрома врага.

Одной из главных примет послевоенного развития авиации является переход от поршневых двигателей к газотурбинным. Туброреактивные и турбовинтовые силовые установки, созданные в конструкторских бюро А.Г. Ивченко, В.Я. Климова, Н.Д. Кузнецова, А.М. Люльки, А.А. Микулина, А.Д. Швецова, дали возможность поднять в небо новые поколения самолетов и вертолетов Ту, Ил, Як, МиГ, Су, Ми, Ка, которые по своим летным характеристикам не уступают лучшим зарубежным аналогам.

Российской авиационной технике принадлежит множество мировых рекордов грузоподъемности, скорости и высоты полета. Ни одна отрасль народного хозяйства страны не обходится сейчас без услуг авиации. Российские самолеты летают в более чем 90 стран Европы, Азии, Африки и Америки. Российские летчики на своих боевых машинах надежно охраняют мирное небо.

Творцы отечественной авиации:

Александр Федорович Можайский (1825 - 1890) - русский изобретатель в области воздухоплавания, контр-адмирал. В 1881 году получил привилегию на спроектированный им "воздухоплавательный снаряд" (самолет), который был построен в натуральную величину в 1883 году.

Николай Егорович Жуковский (1847 - 1921) - русский ученый, основоположник современной аэродинамики. С 1894 года - член-корреспондент Петербургской Академии наук. Ему принадлежат труды по теории авиации, многие исследования по механике твердого тела, астрономии, математике, гидродинамике и гидравлике, прикладной механике, теории регулирования машин и механизмов и многие другие. Ученый участвовал в создании Аэродинамического института в Кучино под Москвой, был организатором и первым руководителем Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ).

Константин Эдуардович Циолковский (1857 - 1935) - советский ученый и изобретатель в области аэро- и ракетодинамики, теории самолета и дирижабля, основоположник современной космонавтики. Он впервые обосновал возможность использования ракет для межпланетных сообщений, указал рациональные пути развития космонавтики и ракетостроения, нашел ряд важных инженерных решений конструкции ракет и жидкостно-реактивных двигателей. Технические идеи К.Э. Циолковского по сей день находят применение при создании ракетно-космической техники.

Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869 - 1942) - советский ученый, один из основоположников аэродинамики, академик Академии наук СССР, Герой Социалистического труда. Ему принадлежат труды по теоретической механике, гидро- и газовой динамике. В 1918 году совместно с Н.Е. Жуковским С.А. Чаплыгин участвовал в организации Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), с 1921 года был его научным руководителем.

Дмитрий Павлович Григорович (1883 - 1938) - советский авиаконструктор, создатель первых отечественных летающих лодок, в том числе М-5 и М-9, которые с успехом применялись в первой мировой и гражданской войнах. Авиаконструктором созданы истребители И-2 и И-5 (совместно с Н.Н. Поликарповым), а также ИП-1 (с пушечным вооружением) и другие самолеты.

Андрей Николаевич Туполев (1888 - 1972) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР, генерал-полковник-инженер, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР. Под его руководством было создано свыше ста типов военных и гражданских самолетов, а том числе АНТ-25 и Ту-104 (первый реактивный пассажирский), Ту-114 и Ту-144 (сверхзвуковой пассажирский). На самолетах Туполева установлено 78 мировых рекордов, выполнено 28 уникальных перелетов, в том числе экипажами В.П. Чкалова и М.М. Громова на АНТ-25 через Северный полюс в США.

Константин Алексеевич Калинин (1889 - 1940) - советский авиаконструктор. Под его руководством был создан ряд пассажирских самолетов, в том числе К-4 и К-5.

Владимир Михайлович Петляков (1891 - 1942) - советский авиаконструктор, участвовал в разработке первых тяжелых бомбардировщиков ТБ-1 и ТБ-3. Под его руководством были созданы бомбардировщики Пе-8 и Пе-2. Лауреат Государственной премии СССР.

Александр Александрович Архангельский (1892 - 1978) - советский авиаконструктор. Участвовал в создании большинства самолетов Конструкторского бюро А.Н. Туполева; конструктор бомбардировщика СБ и других. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Николай Николаевич Поликарпов (1892 - 1944) - советский авиаконструктор. Под его руководством были разработаны истребители И-1, И-15, И-16, И-153 ("Чайка"), учебный самолет и легкий ночной бомбардировщик У-2 (По-2), разведчик Р-5, а также другие самолеты. Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР.

Михаил Иосифович Гуревич (1892/93 - 1976) - советский авиаконструктор. Совместно с Артемом Ивановичем Микояном создал истребители МиГ-1, МиГ-3 и ряд скоростных реактивных самолетов. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Сергей Владимирович Ильюшин (1894 - 1977) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР, генерал-полковник-инженер. Под его руководством созданы многие типы бомбардировщиков (Ил-4, Ил-28), штурмовиков (Ил-2, Ил-10, Ил-40 и др.), пассажирских самолетов (Ил-12, Ил-14, Ил-18, Ил-62 и др.). Трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Павел Осипович Сухой (1895 - 1975) - советский авиаконструктор, с 1956 года генеральный конструктор. Под его руководством создан ряд реактивных самолетов (Су-9, Су-15 и др.) и сверхзвуковые истребители со стреловидным и треугольным крылом. На самолетах Т-431 и Т-405 в 1959 - 1962 годах установлены мировые рекорды высоты и скорости полета. Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР.

Виктор Федорович Болховитинов (1899 - 1970) - советский авиаконструктор, генерал-майор-инженер. Под его руководством созданы тяжелый бомбардировщик ДБ-А, истребитель с соосными винтами, а также БИ-1 - первый отечественный самолет с жидкостно-реактивным двигателем.

Семен Алексеевич Лавочкин (1900 - 1960) - советский авиаконструктор, член-корреспондент Академии наук СССР, генерал-майор инженерно-авиационной службы. Под его руководством созданы истребители ЛаГГ-3, Ла-5, Ла-7, ряд реактивных самолетов. Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР.

Николай Ильич Камов (1902 - 1973) - советский авиаконструктор. Под его руководством создан ряд автожиров, вертолетов (серии Ка), аэросани. Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии СССР.

Владимир Михайлович Мясищев (1902 - 1978) - советский авиаконструктор, генерал-майор-инженер. Под его руководством создана серия тяжелых военных самолетов-бомбардировщиков, в том числе М-2, Пе-2И и другие. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии.

Георгий Михайлович Бериев (1903 - 1979) - советский авиаконструктор, генерал-майор-инженер. Под его руководством созданы гидросамолеты, реактивные летающие лодки, самолеты-амфибии и другие летательные аппараты. Лауреат Государственных премий СССР.

Артем Иванович Микоян (1905 - 1970) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР, генерал-полковник инженерно-технической службы. Под его руководством (совместно с М.И. Гуревичем) созданы истребители МиГ-1, МиГ-3, ряд сверхзвуковых реактивных самолетов. Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Олег Константинович Антонов (1906 - 1984) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР и Академии наук УССР. Под его руководством создан ряд самолетов: транспортные турбовинтовые Ан-10, Ан-22 ("Антей" грузоподъемностью 80т), Ан-24, турбореактивные Ан-72, широкофюзеляжный Ан-124 ("Руслан" грузоподъемностью 150 т) и другие. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

Александр Сергеевич Яковлев (1906 - 1989) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР, генерал-полковник авиации. Под его руководством созданы многие типы самолетов: поршневые (Як-1, Як-3 и др.) и реактивные (Як-15, Як-28 и др.) истребители, реактивные пассажирские Як-40, Як-42, спортивные, учебно-тренировочные Як-18, Як-50 и другие. Автор ряда книг, в том числе "Цель жизни", Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.

Михаил Леонтьевич Миль (1909 - 1970) - советский конструктор вертолетов. Под его руководством создан ряд вертолетов, в том числе Ми-1, Ми-6, Ми-10, В-12, на которых установлено 60 официальных мировых рекордов. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

Ростислав Аполлосович Беляков (р. 1919) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР. Под его руководством создан ряд самолетов, в том числе МиГ-29. Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР.

Генрих Васильевич Новожилов (р. 1925) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР. Под его руководством созданы транспортный самолет Ил-76Т, пассажирский самолет (аэробус) Ил-86 и другие. Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии.

Алексей Андреевич Туполев (р. 1925) - советский авиаконструктор, академик Академии наук СССР. Под его руководством создан ряд сверхзвуковых летательных аппаратов. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и государственной премии СССР.

***Контрольные вопросы:***

* С какими отечественными самолетами вы познакомились?
* Какой рекорд экипаж В.П. Чкалова и М.М. Громова установили на самолете АНТ-25?
* Сколько мировых рекордов установлено на самолетах Туполева?

**Задание:**

*Задание №5.*

Опишите, какие задачи сегодня выполняют самолеты.

*Задание №6.*

Составьте кроссворд на 5-7 слов из фамилий советских авиаконструкторов.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «История воздухоплавания: от Икара до беспилотников. Выдающиеся деятели воздухоплавания в России:

* назовите выдающихся советских авиаконструкторов вошедших в нашу историю;
* назовите самый большой отечественный самолет по грузоподъёмности.

Выполните задание №6.

# Тема: «Теория: плотность, давление, газы, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернулли»

# Урок №5

Теоретический материал

Плотность вещества.В физике плотностью вещества называют массу этого вещества, содержащуюся в единице объёма при нормальных условиях. Тела одинакового объёма, изготовленные из различных веществ, обладают различной массой, что и характеризует их плотность. К примеру, два куба одинаковых размеров, изготовленные из чугуна и алюминия, будут отличаться весом и плотностью.

ρ=m/V

Где:

m – масса вещества, кг;

V – объем вещества, м3.

От чего зависит плотность вещества? Плотность вещества зависит от температуры. Так в подавляющем большинстве случаев при снижении температуры плотность увеличивается. Исключение составляют вода, чугун, бронза и некоторые другие вещества, которые в определённом температурном диапазоне проявляют себя иначе. Вода, например, имеет максимальную плотность при 4 °C. При повышении или понижении температуры плотность будет уменьшатся.

Плотность вещества меняется и при изменении его агрегатного состояния. Она скачкообразно растёт при переходе вещества из газообразного в жидкое состояние, и далее — в твёрдое. Здесь также есть исключения: плотность воды, висмута, кремния и некоторых других веществ снижается при затвердевании.

Чем измеряется плотность вещества

Для измерения плотности различных веществ применяются специальные приборы и приспособления. Так, плотность жидкостей и концентрация растворов измеряется различными ареометрами. Несколько разновидностей пикнометров предназначены для измерения плотности твёрдых тел, жидкостей и газов.

Вещество в разных агрегатных состояниях имеет различную плотность

Твердое тело:

Атомы прочно связаны друг с другом и очень плотно упакованы. Поэтому вещество, находящееся в твердом состоянии, имеет достаточно большую плотность.

Жидкое тело:

Плотность упаковки атомов и молекул по–прежнему высока. Поэтому плотность вещества не очень сильно отличается от плотности в твердом состоянии.

Газообразное тело:

Молекулы имеют очень слабую связь друг с другом и удаляются друг от друга на большое расстояние. Плотность упаковки очень низкая, соответственно, вещество в таком состоянии и обладает небольшой плотностью

Все молекулы любого вещества непрерывно и беспорядочно (хаотически) движутся.

Беспорядочное хаотическое движение молекул называется тепловым движением.

Вопрос о том, что такое температура, оказался очень сложным**.** Чем, например, горячая вода отличается от холодной? В течение долгого времени на этот вопрос не было ясного ответа. Сегодня мы знаем, что при любой температуре вода состоит из одних и тех же молекул. Тогда что именно изменяется в воде при увеличении ее температуры? Из опыта мы увидели, что в горячей воде сахар растворится значительно быстрее. Растворение происходит из-за диффузии. Таким образом, диффузия при более высокой температуре происходит быстрее, чем при низкой.

Но причиной диффузии является движение молекул. Значит, между скоростью движения молекул и температурой тела есть связь: в теле с большей температурой молекулы движутся быстрее.

Но температура зависит не только от средней скорости молекул. Так, например, кислород, средняя скорость движения молекул которого составляет 440 м/с, имеет температуру 20 °С, а азот при той же средней скорости молекул имеет температуру 16 °С. Меньшая температура азота обусловлена тем, что молекулы азота легче молекул кислорода. Таким образом, температура вещества определяется не только средней скоростью движения его молекул, но и их массой. Это же мы видим и в опыте №2.

Мы знаем величины, которые зависят как от скорости, так и от массы частицы. Это - импульс и кинетическая энергия. Учеными установлено, что именно кинетическая энергия молекул определяет температуру тела: температура является мерой средней кинетической энергии частиц тела; чем больше эта энергия, тем выше температура тела.

Итак, при нагревании тел средняя кинетическая энергия молекул увеличивается, и они начинают двигаться быстрее; при охлаждении энергия молекул уменьшается, и они начинают двигаться медленнее.

Температура - величина, которая характеризует тепловое состояние тела. Мера “нагретости” тела. Чем выше температура тела, тем большую в среднем энергию имеют его атомы и молекулы.

- Можно ли только полагаться на свои ощущения, что бы судить о степени нагретости тела?

Опыт №1: Дотронуться одной рукой до деревянного предмета, а другой до металлического.

Сравните ощущения.

Хотя оба предмета находятся при одной температуре, одна рука ощутит холод, а другая тепло.

Опыт №2: возьмём три сосуда с горячей, тёплой и холодной водой. Опустить одну руку в сосуд с холодной, а другую в сосуд с горячей водой. Через некоторое время обе руки опустить в сосуд с тёплой водой

Сравните ощущения.

Рука, которая была в горячей воде теперь ощущает холод, а рука, которая была в холодной воде теперь ощущает тепло, хотя обе руки находятся в одном сосуде

Мы доказали, что наши ощущения субъективны. Необходимы приборы, подтверждающие их.

Приборы, служащие для измерения температуры, называются термометрами. Действие такого термометра основано на тепловом расширении вещества. При нагревании столбик используемого в термометре вещества (например, ртути или спирта) увеличивается, при охлаждении уменьшается. Первый жидкостный термометр был изобретен в 1631 г. французским физиком Ж. Реем.

Температура тела будет изменяться, пока не придёт в тепловое равновесие со средой.

Закон теплового равновесия: у любой группы изолированных тел через какое-то время температуры становятся одинаковыми, т.е. наступает состояние теплового равновесия.

Следует помнить, что любой термометр всегда показывает свою собственную температуру. Для определения температуры среды термометр следует поместить в эту среду и подождать до тех пор, пока температура прибора не перестанет изменяться, приняв значение, равное температуре окружающей среды. При изменении температуры среды будет изменяться и температура термометра.

Несколько иначе действует медицинский термометр, предназначенный для измерения температуры тела человека. Он относится к так называемым максимальным термометрам, фиксирующим наибольшую температуру, до которой они были нагреты. Измерив свою собственную температуру, вы можете заметить, что, оказавшись в более холодной (по сравнению с человеческим телом) среде, медицинский термометр продолжает показывать прежнее значение. Чтобы вернуть столбик ртути в исходное состояние, этот термометр необходимо встряхнуть.

С лабораторным термометром, используемым для измерения температуры среды, этого делать не нужно.

Использующиеся в быту термометры позволяют выразить температуру вещества в градусах Цельсия (°С).

А. Цельсий (1701-1744) - шведский ученый, предложивший использовать стоградусную шкалу температур. В температурной шкале Цельсия за нуль (с середины XVIII в.) принимается температура тающего льда, а за 100 градусов - температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении.

Жидкостные термометры основаны на принципе изменения объёма жидкости, которая залита в термометр (обычно это спирт или ртуть), при изменении температуры окружающей среды. Недостаток: различные жидкости расширяются по-разному, поэтому показания термометров различаются: Ртутный -500С; глицериновый -47,60С

Мы узнали, что существуют различные шкалы температур. Помимо шкалы Цельсия широко распространена шкала Кельвина. Понятие абсолютной температуры было введено У. Томсоном (Кельвином). Шкалу абсолютной температуры называют шкалой Кельвина или термодинамической температурной шкалой.

Единица абсолютной температуры — кельвин (К).

Абсолютный ноль — наиболее низкая возможная температура, при которой ничего не может быть холоднее и теоретически невозможно извлечь из вещества тепловую энергию, температура, при которой прекращается тепловое движение молекул

Абсолютный ноль определен как 0 K, что приблизительно равно 273.15 °C, один Кельвин равен одному градусу T=t+273.

Примеры тепловых явлений:

* Нагревание
* Охлаждение
* Плавление
* Отвердевание
* Испарение
* Кипение
* Конденсация

Давление вещества. Суть закона Паскаля. Закон Паскаля – давление, которое оказывается на жидкость или газ, передается в каждую точку жидкости или газа без изменений. То есть, передача давления во всех направлениях происходит одинаково.

Данный закон действителен только для жидкостей и газов. Дело в том, что молекулы жидких и газообразных веществ под давлением ведут себя совсем не так, как молекулы твердых тел. Их движение отличается друг от друга. Если молекулы жидкости и газа движутся относительно свободно, то молекулы твердых тел такой свободой не обладают. Они лишь слегка колеблются, немного отклоняясь от исходного положения. И благодаря относительно свободному передвижению молекулы газа и жидкости оказывают давление во всех направлениях.

Опыт шар Паскаля

Свойство жидкостей передавать производимое на них давление одинаково во все стороны наглядно демонстрируется в опыте с шаром Паскаля. При вдвигании поршня в трубку часть воды выталкивается из шара в виде струек, вытекающих по нормали к поверхности шара из всех отверстий, а не только в направлении силы давления поршня.

Зависимость давления жидкости от глубины

Вес неподвижной жидкость увеличивает давление жидкости на дно сосуда. Вес верхнего слоя действует на нижний слой, увеличивая а нем давление. Модель демонстрирует зависимость давления в жидкости от глубины, для чего показано вытекание воды из отверстий в боковой стенке сосуда.

Обладая весом, неподвижная жидкость давит на дно сосуда. Создаваемое неподвижной жидкостью гидростатическое давление зависит от плотности ρ и высоты h столба жидкости:

Вес каждого верхнего слоя можно рассматривать как силу, действующую на нижний и создающую на него давление.Это давление по закону Паскаля передается по всем направлениям. Значит давление жидкости действует и на стенки сосуда. Самое большое давление на стенку жидкость создает у дна.

Модель демонстрирует зависимость давления в жидкости от глубины, т. к. скорость воды при вытекании из отверстия в боковой стенке сосуда определяется давлением. Следовательно, чем ниже по отношению к уровню жидкости находится отверстие, тем больше скорость струи.

***Контрольные вопросы:***

* Что такое плотность;
* Назовите примеры тепловых явлений;
* Какая физическая величина, характеризует тепловое состояние тела?

**Задание:**

*Задание №7.*

Опишите суть Закона Паскаля.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Тема: «Теория: плотность, давление, газы, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернулли»

* В каких единицах измерения обозначается давление;
* Что означает понятие абсолютный ноль;
* В честь кого называют еще шкалу абсолютной температуры?

# Тема: «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернулли»

# Урок №6

Теоретический материал

Гравитация (притяжение, всемирное тяготение, тяготение) (от лат. gravitas — «тяжесть») — взаимодействие между материальными телами, обладающими массой. В приближении малых по сравнению со скоростью света скоростей и слабого гравитационного взаимодействия описывается теорией тяготения Ньютона.

Гравитация играет крайне важную роль в структуре и эволюции Вселенной (устанавливая связь между плотностью Вселенной и скоростью её расширения), определяя ключевые условия равновесия и устойчивости астрономических систем. Без гравитации во Вселенной не было бы планет, звёзд, галактик, чёрных дыр. Гравитационное сжатие является основным источником энергии на поздних стадиях эволюции звёзд (белые карлики, нейтронные звезды, чёрные дыры).

Древние греки верили, что сила, притягивающая предметы к Земле, была внутренней тяжестью, а не внешней силой. Тяжелые люди естественным образом притягиваются к Земле, в то время как легкие языки пламени прыгают к небу. Напротив, индийские ученые, в частности Арьябхата, говорили, что некая сила удерживает объекты на Земле, хотя его теория помещает Землю в центр вселенной. В 600-х годах н. э. математик Брахмагупта был первым, кто описал гравитацию как силу притяжения.

Говорят, что Галилей бросал предметы со стороны падающей Пизанской башни, чтобы наблюдать, что происходит, когда они падают. Независимо от того, была ли задействована башня или нет, Галилей обнаружил, что все объекты имеют тенденцию ускоряться с одинаковой скоростью при падении. Другие ученые основывались на своей работе, а Гримальди и Риччоли вычислили гравитационную постоянную. Другие работы по гравитации сосредоточены вокруг астрономии и Иоганна Кеплера, построенного на этих теориях для расчета орбит известных планет.

Сэр Исаак Ньютон – ученый родом из Англии. В свое время много внимания и сил уделил таким науками, как физика и математика, а также привнес немало нового в механику и астрономию. По праву считается одним из первых основоположников физики в ее классической модели. Является автором фундаментального труда «Математические начала натуральной философии», где изложил информацию о трех законах механики и законе всемирного тяготения. Исаак Ньютон заложил этими работами основы классической механики. Им было разработано исчисление дифференциального и интегрального типа, световая теория. Он также внес большой вклад в физическую оптику и разработал множество других теорий в области физики и математики.

Закон всемирного тяготения и история его открытия уходят своим началом в далекий 1666 год. Его классическая форма – это закон, при помощи которого описывается взаимодействие гравитационного типа, не выходящее за пределы рамок механики. Его суть заключалась в том, что показатель силы F гравитационной тяги, возникающей между 2 телами или точками материи m1 и m2, отделенными друг от друга определенным расстоянием r, соблюдает пропорциональность по отношению к обоим показателям массы и имеет обратную пропорциональность квадрату расстояния между телами: F = G, где символом G мы обозначаем постоянную гравитации, равную 6,67408(31)•10-11 м3/кгс2.

Прежде чем рассмотреть историю открытия закона всемирного тяготения, ознакомимся более детально с его общей характеристикой. В теории, созданной Ньютоном, все тела с большой массой должны порождать вокруг себя особое поле, которое притягивает другие объекты к себе. Его называют гравитационным полем, и оно имеет потенциал. Тело, обладающее сферической симметрией, образует за пределом самого себя поле, аналогичное тому, которое создает материальная точка той же массы, расположенная в центре тела. Направление траектории такой точки в поле гравитации, созданным телом с гораздо более большой массой, подчиняется закону Кеплера. Объекты вселенной, такие как, например, планета или комета, также подчиняются ему, двигаясь по эллипсу или гиперболе. Учет искажения, которое создают другие массивные тела, учитывается с помощью положений теории возмущения.

После того, как Ньютон открыл закон всемирного тяготения, его необходимо было проверить и доказать множество раз. Для этого совершались ряды расчетов и наблюдений. Придя к согласию с его положениями и исходя из точности его показателя, экспериментальная форма оценивания служит ярким подтверждением общей теории относительности (ОТО). Измерение квадрупольных взаимодействий тела, что вращается, но антенны его остаются неподвижными, показывают нам, что процесс наращивания δ зависит от потенциала r -(1+δ), на расстоянии в несколько метров и находится в пределе (2,1±6,2)•10-3. Ряд других практических подтверждений позволили этому закону утвердиться и принять единую форму, без наличия модификаций. В 2007 г. данную догму перепроверили на расстоянии, меньшем сантиметра (55 мкм-9,59 мм). Учитывая погрешности эксперимента, ученые исследовали диапазон расстояния и не обнаружили явных отклонений в этом законе. Наблюдение за орбитой Луны по отношению к Земле также подтвердило его состоятельность.

Идеи выдвигались и другими учеными, живших перед Ньютоном. Размышления о ней посещали Эпикура, Кеплера, Декарта, Роберваля, Гассенди, Гюйгенса и других. Кеплер выдвигал предположение о том, что сила тяготения имеет обратную пропорцию расстоянию от звезды Солнца и распространение имеет лишь в эклиптических плоскостях; по мнению Декарта, она была последствием деятельности вихрей в толще эфира. Существовал ряд догадок, который содержал в себе отражение правильных догадок о зависимости от расстояния. Письмо от Ньютона Галлею содержало информацию о том, что предшественниками самого сэра Исаака были Гук, Рен и Буйо Исмаэль. Однако до него никому не удалось четко, при помощи математических методов, связать закон тяготения и планетарное движение. История открытия закона всемирного тяготения тесно связанна с трудом «Математические начала натуральной философии» (1687). В этой работе Ньютон смог вывести рассматриваемый закон благодаря эмпирическому закону Кеплера, уже бывшему к тому времени известным. Он нам показывает, что: форма движения любой видимой планеты свидетельствует о наличии центральной силы; сила притяжения центрального типа образует эллиптические или гиперболические орбиты.

Частым ответом на вопрос из истории, как Ньютон открыл закон всемирного тяготения, служит история о падающем плоде яблока. Согласно этой легенде, оно свалилось на голову ученому. Однако это - массово распространенное заблуждение, и в действительности все смогло обойтись без подобного случая возможной травмы головы. Сам Ньютон иногда подтверждал данный миф, но в действительности закон не был спонтанным открытием и не пришел в порыве сиюминутного озарения. Как было написано выше, он разрабатывался долгое время и был представлен впервые в трудах о «Математических началах», вышедших на обозрение публике в 1687 году.

***Контрольные вопросы:***

* Какую роль играет Гравитация в структуре и эволюции Вселенной?
* В каком году произошло открытие закона всемирного тяготения?
* Как на практике можно увидеть гравитацию в действии?

Задание:

*Задание №8.*

Опишите, что удерживает людей на Земле и держит Землю на своем месте в Солнечной системе.

*Задание №9.*

При помощи эксперимента выясните, какой из предметов (металлическая ложка или шариковая ручка) упадет быстрей с высоты один метр. Результат можно зафиксировать на камеру телефона. Сделайте выводы.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»

* назовите, кто внес большой вклад в открытия закона всемирного тяготения;
* опишите, что было-бы, если бы на планете не было гравитации;

Выполните задание №9.

# Тема: «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»

# Урок №7

Теоретический материал

Античность. Третий век до нашей эры. Сицилия, где жили древние греки.

Изобретатель, инженер и ученый-теоретик из Сиракуз (греческая колония на Сицилии) Архимед служил у царя Гиерона второго. Однажды ювелиры изготовили для царя золотую корону. Царь, как человек подозрительный, вызвал ученого к себе и поручил узнать, не содержит ли корона примесей серебра. Тут нужно сказать, что в то далекое время никто не решал подобных вопросов и случай был беспрецедентным.

Архимед долго размышлял, ничего не придумал и однажды решил сходить в баню. Там, садясь в тазик с водой, ученый и нашел решение вопроса. Архимед обратил внимание на совершенно очевидную вещь: тело, погружаясь в воду, вытесняет объем воды, равный собственному объему тела.

Именно тогда, даже не потрудившийся одеться, Архимед выскочил из бани и кричал свое знаменитое «эврика», что означает «нашел». Явившись к царю, Архимед попросил выдать ему слитки серебра и золота, равные по массе короне. Измеряя и сравнивая объем воды, вытесняемой короной и слитками, Архимед обнаружил, что корона изготовлена не из чистого золота, а имеет примеси серебра. Это и есть история открытия закона Архимеда.

Закон Архимеда — один из законов статики жидкостей (гидростатики) и газов (аэростатики): на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая или подъёмная сила, равная весу объёма жидкости или газа, вытесненного частью тела, погружённой в жидкость или газ.



Здесь

— плотность жидкости или газа, кг/м3;

— ускорение свободного падения, м/с2;

— объём части тела, погружённой в жидкость или газ, м3;

— сила Архимеда, Н.

Даниил Бернулли, выдающийся швейцарский физик и математик родился 29 января 1700 г. в Гронингене, Нидерланды. Он принадлежал к семье математиков. Его отец Иоганн Бернулли был одним из первых разработчиков математического анализа. Еще в детском возрасте Даниил проявлял интерес к изучению математики и физики, но его отец хотел, чтобы он занялся бизнесом, коммерцией, и даже дважды пытался пристроить повзрослевшего сына на должность приказчика. В конце концов, Бернулли младший занялся изучением медицины. Вообще его отношения с отцом на протяжении всей жизни оставались прохладными, хотя Даниил и делал попытки примирения.

Сначала он учился медицине в Базеле, затем в Гейдельберге, после чего в Страсбурге. В 1720 г. он вернулся в Базель, а в 1721 г. сдал медицинский экзамен и написал диссертацию «De respiratione», в которой стремился с помощью математики разрешать вопросы физиологии. С 1723 г. он занимался практическими вопросами в области медицины в Венеции. В 1724 году в жизни Даниила Бернулли произошло знаменательное событие, он уехал работать в Петербург, в Академию наук. Здесь, в течение первых 5 лет Даниил занимался физиологией, основывая ее изучение и применение на математике. Через пять лет призвание его к математике дало о себе знать, и он перешел на кафедру математики, со званием профессор. Здесь Бернулли проработал с сентября 1730 г. до самого своего отъезда из России, в июне 1733 г.

После отъезда из России Даниил Бернулли отправился в Париж, а затем, в конце 1733 года, в практически родной Базель. Здесь Бернулли занял кафедру анатомии и ботаники. В 1750 г. освободилась кафедра опытной физики и, перейдя на нее, Бернулли работал здесь до самой своей смерти в 1782 году. Бернулли был удостоен многих ученых званий и почестей при жизни за его огромный вклад в математику и физику. Он был избран членом ведущих научных обществ того времени, например в Санкт-Петербурге, Берлине, Болонье, Париже, Лондоне, Берне, Цюрихе, Турине .

Самым грандиозным и фундаментальным его открытием я считаю открытие основного, можно сказать, закона гидравлики, названного его именем. В 1738 г. Бернулли опубликовал свой научный труд «Hydrodynamica». В этом трактате, который как научный труд, был впереди своего времени во многих отношениях, его знаменитое уравнение, регулирующее поток жидкости в плане скорости, давления и потенциальной энергии, на котором базируются многие современные технологии.

О чем же говорит нам это его знаменитое уравнение, закон Бернулли? Математически оно выглядит так:

Закон Бернулли - устанавливает зависимость между скоростью стационарного потока жидкости и её давлением. Согласно этому закону, если вдоль линии тока давление жидкости возрастает, то скорость течения убывает, и наоборот. Для стационарного течения несжимаемой жидкости уравнение Бернулли может быть получено как следствие закона сохранения энергии. Закон Бернулли утверждает, что величина сохраняет постоянное значение вдоль линии тока:



Здесь

— плотность жидкости;

— скорость потока;

— высота;

— давление;

— ускорение свободного падения.

Рассмотрим это уравнение, этот закон, на примере обычного трубопровода отопления, неважно, подачи или обратки. Первое слагаемое в уравнении ρυ²/2 – это динамическая скорость потока, его кинетическая энергия. Второе слагаемое ρgh – это вес жидкости в трубопроводе, потенциальная энергия, особенно это слагаемое актуально и значимо для вертикальных трубопроводов. И наконец, третье слагаемое p – это собственно, и есть давление жидкости внутри трубопровода, на стенки трубопровода, статическое давление. И сумма всех этих слагаемых в любой момент времени остается постоянной.

Например, в горизонтальном трубопроводе при сужении диаметра динамическое давление жидкости ρυ²/2 увеличится, при этом статическое давление p внутри трубопровода, на стенки трубопровода уменьшится. Но сумма всех слагаемых в уравнении Бернулли всегда остается постоянной, энергия никуда не пропадает. Вот так, все гениальное просто. И большая заслуга Даниила Бернулли, что он открыл, сформулировал такой важный и нужный закон.

***Контрольные вопросы:***

* назовите какую зависимость устанавливает закон Бернулли;
* перечислите из каких слагаемых состоит уравнение Бернулли;
* как Архимед открыл всем известный закон.
* в стакане с водой плавает в вертикальном положении брусок. Как изменится уровень воды в стакане, если брусок перейдет в горизонтальное положение?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Теория: газы, давление, плотность, температура, гравитация, закон Архимеда, закон Бернелли»:

* силу Архимеда, действующую на нас в вводе, мы чувствуем, почему же силу Архимеда, действующую на нас в воздухе, мы не чувствуем?
* в какой воде и почему легче плавать, речной или морской?
* первоклассник и десятиклассник нырнули в воду. Кого вода выталкивает сильнее? Почему?

# Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»

# Урок №8

Теоретический материал

Физические основы и принципы работы летательных аппаратов воздушные шары, дирижабли, аэростаты, шаров-зондов основаны на законе Архимеда. Их полет напоминает плавание подводной лодки под водой.

**Воздухоплавание (аэронавтика)** — управляемые или неуправляемые полёты в атмосфере Земли на летательных аппаратах легче воздуха.

**Аэростат** (упрощённо — воздушный шар) — летательный аппарат легче воздуха: газовые — шарльеры, тепловые — монгольфьеры .

**Дирижабль** (от фр. dirigeable — управляемый) — летательный аппарат легче воздуха, аэростат с двигателем, благодаря которому дирижабль может двигаться независимо от направления воздушных потоков.

Если сила тяжести летательного аппарата вместе с силой тяжести газа, заполняющего оболочку, меньше веса воздуха в объеме, вытесняемом аппаратом, то шар поднимается вверх; если они равны, то шар неподвижно висит в воздухе; если сила тяжести больше веса воздуха, шар опускается.

Условие плавания воздушного шара может быть выполнено, если плотность газа, наполняющего шар, меньше плотности воздуха. Для этого используется водород, гелий или нагретый воздух.

Разность между весом воздуха в объеме оболочки аппарата и весом легкого газа, заполняющего эту оболочку, называют подъемной силой летательного аппарата (аэростата).

Хотя закон Архимеда для газов объясняет полет воздушного шара, но выталкивающая сила возникает здесь не так, как в случае твердого тела. Нижнюю часть оболочки оставляют открытой; давление газа (например, водорода) у нижнего отверстия равно давлению воздуха. Давление водорода и давление воздуха уменьшаются при поднятии вверх. Значит, давление как воздуха, так и водорода на разных участках шара будет меньше, чем у нижнего отверстия, но давление легкого водорода убывает медленнее, чем воздуха.

Поэтому на оболочку внутри будет действовать большее давление, причем самая значительная разница давлений водорода и воздуха получится в верхней части оболочки. Следовательно, сила, действующая на купол оболочки изнутри, будет больше, чем снаружи. Разность между этими силами и уравновешивает силу тяжести оболочки с грузом.

Таким образом, выталкивающая сила создается не благодаря разности давлений на нижнюю и верхнюю части тела (как в случае твердого тела), а благодаря разности давлений изнутри и снаружи на верхнюю часть оболочки.

В начале полета шар наполнен водородом настолько, что выталкивающая сила превосходит его силу тяжести, и он поднимается вверх. Когда шар достигает слоев воздуха с меньшим давлением, водород расширяется и часть его выходит из нижнего отверстия. Таким образом, на высоте уменьшается и наружное, и внутреннее давление, уменьшается и равнодействующая этих сил давления, т.е. выталкивающая сила. На некоторой высоте она станет равна весу шара с находящимся в нем газом, и шар повиснет.

Для того чтобы опуститься на землю, следует выпустить из оболочки часть газа. Для этого в верхней части баллона имеется клапан, который можно открыть при помощи веревки из корзинки шара. При открывании клапана газ, имеющий большее давление, чем окружающий воздух, выходит наружу. Через нижнее отверстие это невозможно, так как здесь давление водорода и воздуха одинаково.

И так чем меньше плотность газа, заполняющего воздушный шар данного объема, тем больше подъемная сила.

При нагревании воздуха от 0 0С до 100 0С его плотность уменьшается только в 1,37 раз.

Поэтому подъемная сила шаров, заполненных теплым воздухом, оказывается небольшой.

Плотность воздуха уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря.

Поэтому по мере поднятия воздушного шара действующая на него архимедова сила, становится меньше.

Чтобы подняться выше, сбрасывают балласт.

Для того чтобы опуститься на землю, силу Архимеда надо уменьшить.

Для этого можно уменьшить объем шара.

В верхней части оболочки шара имеется, специальный выпускной клапан, через который можно выпустить часть газа.

После этого шар начнет опускаться вниз.

С глубокой древности люди мечтали подняться в воздух, чтобы парить там подобно птицам. Именно им они подражали в своих первых попытках оторваться от земли.

Воздушный шар положил начало гражданской авиации. Принцип его работы не изменился по сей день: отсутствует и двигатель, и руль для управления. Есть лишь купол с корзиной, горелка и мешки с песком.

Воздушный шар воплотил древнейший замысел человека о подчинении воздушной стихии. Первое описание аэростата было сделано в 1306 году французским миссионером Бассу, который стал свидетелем его подъема в воздух в Китае, в день восхождения на престол императора Фо Киена.

Братья Монгольфье**.** В 1782 году братья Этьенн и Жозеф Монгольфье решили продемонстрировать подъём в воздух воздушного шара, наполненной дымом. Успех был ошеломляющий. Оболочка продержалась в воздухе около 10 минут, поднявшись при этом на высоту почти 300 метров, и пролетела по воздуху около километра. Чтобы произвести еще больший эффект, братья прицепили к воздушному шару клетку, куда посадили барана, утку и петуха.

Это были первые пассажиры в истории воздухоплавания. Через восемь минут шар, проделав путь в четыре километра, благополучно опустился на землю.

• Каждый полет воздушных шаров братьев Монгольфье приближал их к заветной цели - полету человека.

• И вот 21 ноября 1783 года человек смог оторваться от земли и совершить воздушный полет.

• Монгольфьер продержался в воздухе 25 минут, пролетев около девяти километров

Для того чтобы добиться большей послушности аппарата,

Шарль применил несколько нововведений:

При снижении аэростата использовался клапан, уменьшающий количество водорода в шаре.

Балласт (мешки с песком или дробью) сбрасывался, если надо было набрать высоту.

Во время посадки экипаж выбрасывал из гондолы якорь и, тем самым

останавливали полет.

Первый полет человека на Шальере.

1 декабря 1783 года Шарльер пролетел 5 км, забравшись на небывалую для того времени высоту 2750 метров. Пробыв в заоблачной вышине около получаса, исследователь благополучно приземлился, завершив, таким образом, первый в истории воздухоплавания полет на аэростате с оболочкой, наполненной водородом.

В 1785 году Жан Пьер Бланшар построил аппарат, крылья которого приводились в движение усилием рук и ног.

У него появилась мысль перелететь на аэростате через Ла-Манш, доказать тем самым возможность воздушного сообщения между Англией и Францией.

Этот исторический перелет, в котором участвовали Бланшар и его друг американский доктор Джеффри, состоялся 7 января 1785 года.

Воздухоплавание с момента зарождения было признано дворянской привилегией. Известны случаи, когда простолюдины, поднявшиеся на воздушном шаре, по приземлении были биты плетьми за дерзость, после чего с соблюдением всех правил возведены во дворянство.

В апреле 1794 года был издан декрет об организации первой воздухоплавательной роты французской армии.

Использование французами привязных аэростатов, поднимавшихся на высоту 500 м, позволяло вести наблюдения в тылу противника. Разведывательные данные передавались на землю в специальных коробках, которые спускались по шнурку, прикрепленному к гондоле.

17 августа 1859 года из американского штата Индиана стартовал воздушный шар с необычным для того времени грузом – почтой. С тех пор этот день является днем рождения авиапочты.

Такое замечательное устройства, как аэростаты нашло широкое применение и в годы Великой Отечественной войны. Особенное место заняли аэростаты свободного полёта и привязные аэростаты для воздушного заграждения и корректирования огня артиллерии. Одним из удачных вариантов применения дирижаблей стало обеспечение подготовки воздушно-десантных войск. В первые дни войны наша авиация понесла тяжёлые потери. Самолётов катастрофически не хватало на полях сражений, а для подготовки десантников их просто не выделяли. Доходило до того, что десантники, которые должны были высаживаться в тылу врага, не практиковали даже ознакомительных прыжков с парашютом. А отсутствие опыта оборачивалось травмами, увечьями, иногда и смертельными исходами. Выручили дирижабли. Было принято решение использовать для подготовки десантников привязные аэростаты и дирижабли. Сразу появилась огромная экономия времени и денег. А центром такой подготовки стал город Долгопрудный в Подмосковье.

***Контрольные вопросы:***

* Какую роль сыграли братья Монгольфье в воздухоплавании?
* Какая сила позволяет летать воздушным шарам и почему?
* Сколько продолжался первый полет воздушного шара?

Задание:

*Задание №10.*

Опишите, конструкцию воздушного шара.

*Задание №11.*

Проведите практический эксперимент **«Худеющий и толстеющий шарик».** То, что различные тела и газы расширяются от тепла и сжимаются от холода, можно легко продемонстрировать на примере воздушного шара.

В морозную погоду возьмите с собой на прогулку воздушный шар и там туго надуйте его. Если потом внести этот шарик в теплый дом, то он, скорее всего, лопнет. Это произойдет из-за того, что от тепла воздух внутри шара резко расширится и резина не выдержит давления.

Оборудование: воздушный шарик, сантиметровая лента, холодильник.

Ход эксперимента

1. Надуваем в теплой комнате воздушный шарик.

2. С помощью сантиметровой ленты измерили его окружность (у нас получилось 80,6 см).

3. После этого положили шарик в холодильник на 20-30 минут.

4. Снова измерьте его окружность. Сделайте выводы. Результат можно зафиксировать на камеру телефона.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»

* в каком году удалость перелететь на аэростате через пролив Ла-Манш в первые;
* какое первое практическое применение нашли воздушные шары?

Выполните задание №11 из рабочей тетради.

# Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»

# Урок №9

Теоретический материал

История дирижаблей насчитывает более чем двухсотлетнюю историю. Благодаря французскому глаголу со значением «управлять» в русском языке появились как минимум два слова. Одним из них – словом дирижер – называют человека, управляющего группой музыкантов. Вторым словом называют управляемый аэростат - дирижабль.

По определению, дирижаблем называют летательный аппарат легче воздуха, аэростат с двигателем. Двигатель и позволяет дирижаблю двигаться независимо от направления воздушных потоков.

Изобретателем дирижабля считается Жан Батист Мари Шарль Мёнье. Дирижабль Мёнье должен был быть сделан в форме эллипсоида. Управляемость должна была быть осуществлена с помощью трех пропеллеров. Французский инженер Анри Жиффар сконструировал первый в мире дирижабль и в сентябре 1852 года поднялся на нем над Парижским ипподромом и пролетел примерно 30 километров со средней скоростью 10 километров в час. Вот от этого полета и отсчитывают эру моторной авиации и эру дирижаблей.

Развитие дирижаблей шло по трем конструктивным направлениям: мягкие, полужесткие, жесткие.

- Мягкие дирижабли, по сути, похожи на воздушные шары.

- Дирижабли полужёсткого типа имеют в нижней части металлическую оболочку.

- Жёсткие дирижабли. Собирался металлический каркас (как клетка для птиц) и обтягивался снаружи тканью.

Эра расцвета дирижаблей пришлась на 20-30-е годы ХХ века. В эти годы в центре внимания всего мира были арктические исследования. Ледоколы штурмовали арктические льды.

Великий К.Э. Циолковский критиковал мягкие дирижабли не голословно (невозможность держать высоту, высокая вероятность пожаров, плохая горизонтальная управляемость), еще в 80-х годах XIX века он рассчитал и предложил проект большого грузового дирижабля жесткой конструкции с металлической обшивкой.

К.Э. Циолковский внимательно следил за развитием мировой науки. Ежедневно (а то и по два раза в день) почтальон приносил в двухэтажный домик на улицу Брута (так тогда называлась улица, носящая теперь имя Циолковского) увесистую сумку с письмами и научными журналами, среди которых были и присланные из-за рубежа.

Конструкция всех дирижаблей проста: огромный сигарообразный резервуар, наполненный водородом или гелием, кабина и два поворотных двигателя. Для подъема аэростата в небо использовали водород, хранившийся внутри жёсткого каркаса в многочисленных отсеках или баллонах.

Придуманное в России осуществили в Германии. В начале XX в. благодаря поддержке немецкого чиновника Фердинанда фон Цеппелина началась эпоха расцвета гигантских дирижаблей. На собственные средства граф Цеппелин выстроил жесткий дирижабль и самолично испытал его.

Наиболее мощными воздухоплавательными державами были Россия, имевшая в Петербурге более двух десятков аппаратов, и Германия, обладавшая 18 дирижаблями.

Создатели дирижаблей пренебрегали элементарными мерами безопасности, наполняя их небезопасным, но дешёвым водородом вместо инертного, но дорогого гелия.

В марте 1936 г. в Германии был создан преемник стареющего «Графа Цеппелина», дирижабль LZ 129 «Гинденбург», рассчитанный на использование безопасного гелия. Однако требуемые количества гелия были в то время только у США, которые ввели эмбарго на экспорт военных материалов в гитлеровскую Германию. Пришлось наполнять баллоны «Гинденбурга» доступным водородом.

6 мая 1937 года на глазах у зрителей сгорел «Гинденбург», погибло 35 человек на борту и один на земле.

В мирное время в катастрофах, унёсших немало человеческих жизней погибли американские жёсткие дирижабли «Шенандоа» (14 погибших из 43 находившихся на борту), «Акрон» (73 из 76) и «Мейкон» (2 из 83), британские «R.38» (44 из 49) и «R.101» (48 из 54), французский «Диксмюде» (50 из 50). Пока разбирались с их причинами, дальнейший прогресс авиации оставил эпоху дирижаблей позади.

В Советском Союзе первый дирижабль был построен в 1923 году.

Позднее была создана специальная организация «Дирижаблестрой», которая построила и сдала в эксплуатацию более десяти дирижаблей мягкой и полужёсткой систем. В 1937 году крупнейший советский дирижабль «СССР-В6» объёмом 18500 м³ установил мировой рекорд продолжительности полёта — 130 часов 27 минут. Последним советским дирижаблем был «СССР-В12 бис», построенный в 1947 году.

После 50 лет забвения аэростаты и дирижабли постепенно возвращаются.

Их используют для геофизической разведки, наблюдения за состоянием окружающей среды, патрулирования крупных городов, прибрежных и приграничных районов, картографирования, фото- и телесъёмки, рекламы и т.д.

Воздухоплавание получило распространение в спортивных целях — в состязаниях на продолжительность, высоту и дальность полёта.

Метеозонд.

Беспилотный аэростат, предназначенный для изучения атмосферы. Состоит из резиновой или пластиковой оболочки, наполненной водородом или гелием, и подвешенного к ней контейнера с аппаратурой.

Приборы позволяют измерять давление воздуха, влажность, температуру и другие параметры.

Замеры перемещения шара позволяют определять скорость ветра на разных высотах.

Высотные метеозонды могут достигать высоты 30—40 км.

Аэростатные радиолокационные комплексы и сегодня успешно «служат» в ПВО в качестве систем системы слежения и раннего предупреждения.

В России в 2001 г. был произведен запуск аэростатного комплекса «БАРС». Возможности таких ретрансляторов на порядок превосходят возможности наземных телевизионных башен.

Создание и эксплуатация аэростатного комплекса обходится примерно в два раза дешевле, чем использование наземных кабельных средств.

***Контрольные вопросы:***

* что такое дирижабль в чем его отличие от воздушного шара?
* кто считается изобретателем дирижабля?
* как подразделяются дирижабли по конструкции?

Задания:

*Задание №12.*

Опишите, конструкцию дирижабля «Графа Цеппелина».

*Задание №13.*

Провести эксперимент.

Оборудование: воздушный шарик, сантиметровая лента, кастрюля с горячей водой

Ход эксперимента

1. С помощью сантиметровой ленты измерили окружность воздушного шарика (у нас получилось 80,6 см).

2. Кладем шарик в тазик и обливаем его горячей водой из кастрюли.

3.Измеряем новый объем шарика. Результат можно зафиксировать на камеру телефона. Сделайте выводы.

Мы обнаружили, что шарик "потолстел" почти на сантиметр (в нашем опыте он стал 82 см). Это произошло из-за того, что воздух внутри шарика расширился и стал занимать больший объем.

Вывод: воздух, содержавшийся в шарике, при охлаждении сжимается, а при нагревании расширился, что доказывает наличие теплового расширения. Давления газов зависит от температуры. При уменьшении температуры, уменьшается давление воздуха в шарике, т.е. уменьшается объём шарика. При увеличении температуры, увеличивается давление воздуха в шарике, что доказывает зависимость объема и давления газов от температуры.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли».

* какое практическое применение сегодня нашли воздушные шары, дирижабли и аэростаты?
* в чем отличие аэростата от воздушных шаров и дирижаблей?

Выполните задание №13 из рабочей тетради.

# Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»

# Урок №10

Теоретический материал

На все тела в воздухе действует выталкивающая (архимедова) сила. Чтобы найти архимедову силу, действующую на тело в воздухе, надо рассчитать ее по формуле, умножив ускорение свободного падения на плотность воздуха и на объем тела.



Если эта сила окажется больше силы тяжести, действующей на тело, то тело взлетит. На этом основано воздухоплавание.

Чтобы воздушный шар поднимался выше, его надо наполнить газом, плотность которого меньше, чем у воздуха. Это может быть водород, гелий или нагретый воздух.

Для того чтобы определить, какой груз может поднять воздушный шар, надо знать его подъемную силу. Подъемная сила воздушного шара равна разности между архимедовой силой и действующей на шар силой тяжести.



Чем меньше плотность газа, заполняющего воздушный шар данного объема, тем меньше действующая на него сила тяжести и потому тем больше возникающая подъемная сила. При нагревании воздуха от 0 до 100 градусов Цельсия его плотность уменьшается только в 1,37 раз. Поэтому подъемная сила шаров, заполненных теплым воздухом, оказывается небольшой. Плотность же водорода в 14 раз меньше плотности воздуха, и подъемная сила шара, наполненного водородом более чем в три раза превышает подъемную силу нагретого воздуха того же объема. Водород, однако, горит и образует с воздухом легко воспламеняющуюся смесь. Негорючим и одновременно легким газом является гелий.

Плотность воздуха уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря. Поэтому по мере поднятия воздушного шара действующая на него Архимедова сила, становится меньше.

После того, как Архимедова сила, достигнет значения, равного силе тяжести, подъем воздушного шара прекратится. Чтобы подняться еще выше, с шара сбрасывают балласт. При этом сила тяжести уменьшается, и выталкивающая сила опять оказывается вновь большей.

Для того, чтобы опуститься на землю, выталкивающую силу надо уменьшить. Для этого можно уменьшить объем шара. В верхней части оболочки шара имеется специальный выпускной клапан, через который можно выпустить часть газа. После этого шар начнет опускаться вниз.

Температуру теплого воздуха внутри воздушного шара можно регулировать с помощью обычно газовой горелки, установленной под оболочкой. Увеличивая пламя горелки, можно заставить шар подниматься выше и наоборот. Если подобрать такую температуру, при которой сила тяжести, действующая на шар с корзиной окажется равной силе Архимеда, то шар "повиснет" в воздухе.

Подъёмная сила воздушного шара:







Если выталкивающая сила станет больше силы тяжести, действующей на тело, то оно поднимется, оторвавшись от земли.

На этом основан принцип воздухоплавания.

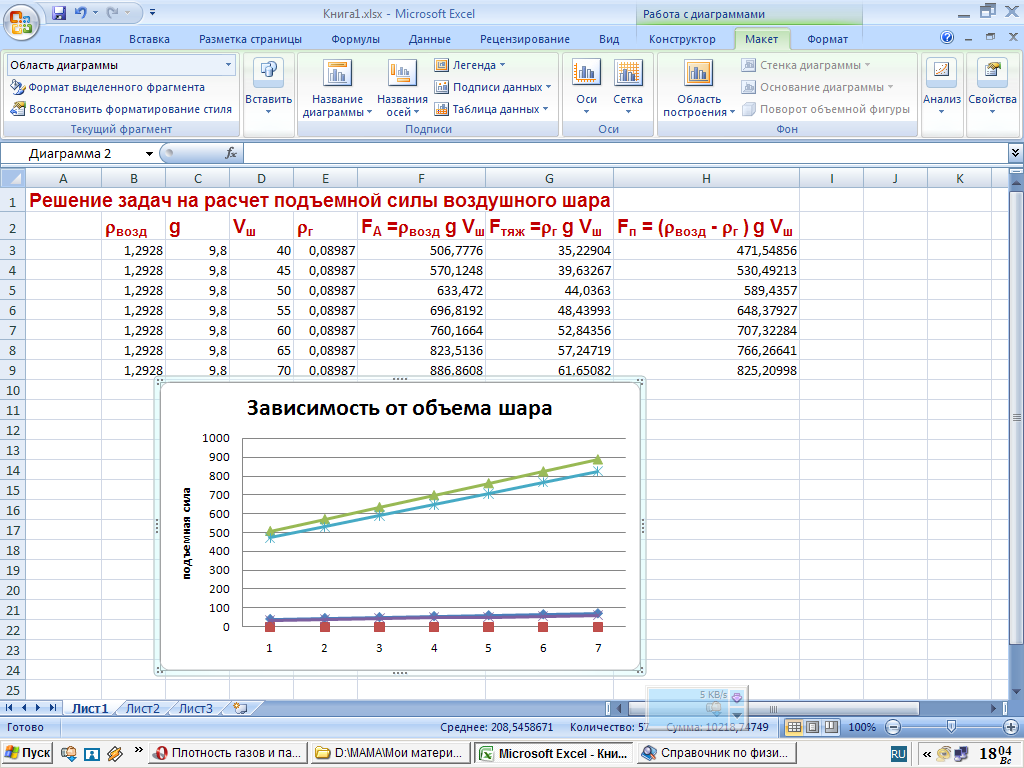
Летательные аппараты, которые реализуют этот принцип называются аэростатами.

Составление алгоритма подсчета подъемной силы.

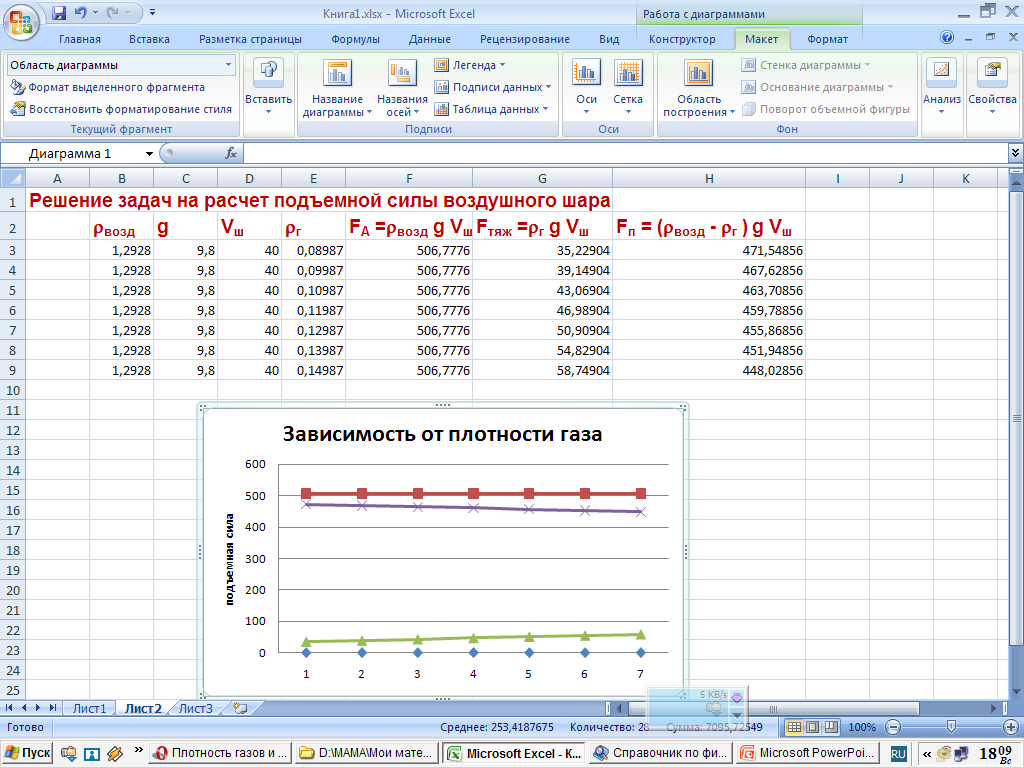
Какие действия надо выполнить для подсчета подъемной силы воздушного шара?



Для расчета воспользуемся программой Microsoft Excel и определим зависимость подъемной силы от объема воздушного шара.



Теперь определим зависимость подъемной силы от плотности газа.



***Контрольные вопросы:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли».

* как происходит управление воздушным шаром?
* за счет чего дирижабль может изменять направление полета?
* какой на ваш взгляд летательный аппарат лучше какой хуже приведите аргументы?

**Задание:**

*Задание №14.*

Решить задачу. Какую силу нужно приложить, чтобы удержать в воде камень массой 15 кг, объём камня 1000см3? Составить и решить свою задачу на расчет подъемной силы.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»:

* что влияет на подъемную силу воздушного шара?
* как можно управлять воздушным шаром спуск-подъем?

Выполните задание №14.

# Тема: «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли»

# Урок №11

Теоретический материал

Меры предосторожности: в проекте используются легковоспламеняющиеся материалы. Дети должны работать над проектом только в присутствии взрослых. Не запускайте китайский фонарик в местах, где может начаться возгорание. Лучше всего запускать шары над большой поверхностью воды.

Сейчас в нашей стране все большую и большую популярность приобретают небесные фонарики (еще их называют китайскими), это простейшая конструкция воздушного шара. Объяснить их популярность не сложно, ведь это великолепное, завораживающее зрелище. Фонарики имеют существенный плюс (по сравнению с теми же фейерверками) – они находятся в небе и горят довольно продолжительное время. Среднее время горения фонарика – полчаса. Кроме того, отправлять в небо светящиеся фонарики различных форм и расцветок – очень приятное занятие, которое несет в себе положительные эмоции, хорошее настроение.

История небесных фонариков с происхождением небесных фонариков связана одна легенда. Ее события происходили в одной из китайских деревень. Кроме обыкновенных людей, в деревне жило много монахов. Монахи трудились не покладая рук, ведь обеспечивать им приходилось не только себя, но и жителей деревни. В этой части Китая климатические условия не благоприятствовали развитию земледелия. С каждым днем жителям становилось все труднее и труднее, и вскоре, их надежда стала потихоньку угасать. Монахи это заметили. Им вовсе не хотелось, чтобы жители покидали деревню, ведь монахи верили в то, что вскоре все будет хорошо. В итоге, они решили, что необходимо поднять людям моральный дух. Каждый день служители бога стали молиться и зажигать факелы. Они говорили жителям, что огонь их спасет, потому что он несет в себе огромную энергию. Они утверждали, что эта энергия способна очистить душу и придать сил.

Вскоре, жители деревни воодушевились и стали работать более эффективно, а их хозяйственная деятельность наладилась. С тех пор, дабы моральный дух жителей деревни всегда оставался крепким, монахи каждую неделю зажигали свой огонь. Вскоре они придумали замену факелам. Этой заменой как раз и стали полюбившиеся нам небесные фонарики.

Как сделать небесный фонарик? Чтобы вы смогли украсить свой праздник таким чудесным атрибутом как небесный фонарик, нужно иметь необходимые материалы.

Чтобы изготовить такой фонарик вам потребуются следующие материалы:

* пакет для мусора на сто двадцать литров (он должен быть светлого цвета и тонким);
* калька;
* проволока;
* разрезанная на полоски плотная ткань (полоски должны быть четыре на пятьдесят сантиметров);
* жидкое горючее, воск или парафин;
* пропитка антипирен;
* скотч или клей.

Прежде чем начать изготовление фонарика, вам следует определиться с его формой. Вы можете полностью располагать возможностями своей фантазии. Это украшение ночного неба может иметь совершенно разные формы. Например, очень популяры фонарики в виде сердец и шаров. Но, если вам будет угодно, вы сможете придать ему даже форму автомобиля. То есть, можете делать все, на что способна ваша фантазия. Итак, начнем изготовление.

Сначала предупредим возможное возгорание бумаги. Для этого кальку нужно пропитать антипиреном. Это не только обеспечит безопасность от огня, но и добавит кальке водоотталкивающий эффект. Обработанную таким образом кальку следует приклеить к внутренней стороне мусорного пакета. Это действие позволит защитить кальку от намокания. Из проволоки нужно создать кольцо, которое по диаметру будет немного уступать диаметру пакета. Проволока также понадобится для изготовления креста, к которому необходимо присоединить горелку. Крест с горелкой соединяется с помощью кольца. Затем вся эта конструкция крепится к нашему пакету. Горелку можно получить с помощью пропитки ткани парафином. Прежде чем применить ткань для горелки, проверьте ее работу. Для этого сложите кусочек ткани в прямоугольник четыре на двадцать пять сантиметров и подожгите. Если вы будете довольны горением своего кусочка, то можете использовать его в качестве горелки. Если нет, попробуйте уменьшить количество слоев. Важно учесть время горения, ведь от него не только зависит, как высоко полетит фонарик, но и безопасность (ваша и окружающих).

Когда готов фонарик, и вы проверили его горелку на безопасность, можете осуществлять запуск своего изделия. Прежде чем отправить фонарик в полет, напишите на нем самые сокровенные ваши пожелания. Писать лучше всего маркером. Пишите осторожно, стараясь не нарушить целостность пакета. Для того, чтобы запустить фонарик, вам понадобится помощник. Сначала нужно подготовить купол. Его нужно расправить так, чтобы горелка не касалась его стенок. Чтобы воздух нагревался быстрее, поставьте фонарик на землю, держа его за проволоку. После того, как воздух разогреется, попробуйте запустить в небо фонарик, подняв его над землей примерно на метр. При запуске придерживайте фонарик за обод. Чтобы не случилось бед, и запуск прошел удачно, фонарики лучше запускать в безветренную и ясную погоду.

***Контрольные вопросы:***

* почему в строительстве дирижаблей отказались от использования газа водород?
* при каких погодных условиях могут летать воздушные шары и дирижабли?
* в честь кого был назван немецкий дирижабль «Цеппелин»?

**Задание:**

*Задание №15.*

Изготовить конструкцию воздушного шара (небесного фонарика) согласно описания.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Физические основы и принципы работы летательных аппаратов. Воздушные шары и дирижабли».

* на какую высоту могут подыматься воздушные шары, дирижабли, аэростаты?;
* подумайте в каких мирных целях могут использоваться воздушные шары и дирижабли?

**Тема: «Воздушные змеи».**

Урок №12

Теоретический материал

Первые упоминания о воздушных змеях встречаются ещё во II веке до н.э., в Китае (так называемый змей-дракон). Запуск воздушных змеев относится к числу самых древних развлечений в мире. Никто не может с определенностью сказать, когда точно оно появилось, но достоверно известно, что люди знали об этом занятии много веков назад и что пришло оно с Востока. Более того, изобретение воздушного змея отвечало вековым стремлениям человека овладеть воздушным пространством.

В истории завоевания человеком воздушного океана воздушные змеи занимают важное место. Нельзя сказать с определенностью, кто их изобрел и когда они впервые поднялись в воздух. Древнегреческие источники утверждают, что это произошло в IV веке до нашей эры и что честь их изобретения принадлежит Архитасу из Тарен-тума. В корейских древних свитках говорится, что один генерал в те далекие времена запустил воздушного змея с прикрепленным к нему фонарем, чтобы вдохнуть смелость в своих воинов. Они поверили тому, что это — новая звезда, которая сулит им помощь небес.

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. Скорее всего, они представляли собой бамбуковые каркасы, обтянутые шелком, изобретенным китайцами более 4000 лет назад. Вполне вероятно, что его стали использовать и в изготовлении змеев. Примерно около 105 года китайцы из волокон растений научились делать бумагу. Потом новый материал применили для обтяжки змеев.

Если говорить о целях и задачах запуска воздушных змеев китайцами в столь древние времена, то мы найдем здесь немало интересного. Древние китайские историки писали, что змеев использовали для переброски веревок через широкие реки и глубокие горные ущелья. А потом к ним крепились деревянные пешеходные мосты.

Рассказывают, что китайский генерал династии Хань (295 г. до н. э. — 221 г.) обратил вражеское войско в бегство, запустив над лагерем противника ночью музыкального воздушного змея. Враги бежали, подумав, что это звуки голосов их ангелов-хранителей, предупреждающих их об опасности. Змеев, поднимавших в воздух людей, использовали при осаде городов и для переброски воинов через линии вражеских войск. Трудно сказать, когда точно это происходило, потому что даты в те времена не указывали. Известно лишь, что в XVII веке китайские и японские войска использовали воздушных змеев для разведки вражеских позиций.

Воздушные змеи — одно из традиционных народных развлечений на Востоке. С самого начала нашей эры там делали самых разнообразных змеев в виде птиц, зверей, чудовищ и героев. Их украшали фонариками и ветряными вертушками, что, вероятно, послужило толчком к изобретению пропеллера. Определенные типы воздушных змеев были созданы для сражений между ними. Верхнюю часть линя покрывали острыми осколками стекла. Необходимо было обрезать линь змея противника и заставить змея упасть на землю.

Через века до нас дошли гравюры, на которых изображены запуски воздушных змеев. На одной из них все небо заполнено парящими воздушными змеями, которые запускают все — от детей до глубоких стариков. Автор не может не упомянуть здесь о своих личных впечатлениях.

Существует мнение, что воздушные змеи были известны и в Древних Греции и Риме. Нельзя утверждать это наверняка, но, приняв за отправную точку Китай IV века, можно проследить распространение воздушных змеев по разным странам, вплоть до таких, как Новая Зеландия. Местные жители — маори использовали для их изготовления перфорированный тростник. Считалось, что звуки, которые издают такие воздушные змеи, отпугивают злых духов.

В Европу воздушные змеи попали в XV веке, но, возможно, о них знали и раньше. Венецианец Марко Поло оказался в Китае в конце XIII века и провел там семнадцать лет. За это время он стал членом свиты императора и получил возможность свободно разъезжать по стране. Возвратившись в Венецию с богатой коллекцией предметов роскоши, он, возможно, взял и воздушных змеев. Кроме того, рассказывая о людях, которых он встречал, Марко Поло не мог не упомянуть об их пристрастии к запуску воздушных змеев. Обращаясь к истокам зарождения искусства запуска змея в Европе, необходимо отметить, что сведения о нем могли быть занесены сюда случайно торговцами с Востока.

Сегодня ежегодно проводится фестивали воздушных змеев в городе Вэйфань (Китай). Это мероприятие носит международный характер. На нем присутствуют почитатели воздушных змеев со всего мира, а также и производители этих замечательных аппаратов. Немало здесь и просто туристов.

Конструкции демонстрируемых змеев очень многочисленны. Но самый большой популярностью пользуется дракон, и это не случайно. В Китае во все времена дракон выступал символом мудрости и силы. Ему поклонялись, считая, что он унесет все беды и дурные помыслы. Такое поверье бытует и в наши дни — в день змея во многих китайских семьях запускают такого дракона.

Этот воздушный змей очень сложен в изготовлении, поскольку состоит из 20-30 каркасов, обтянутых тканью либо бумагой. Это тело дракона, которое способно изгибаться в воздухе. Змей имеет большую голову с открытой пастью — через нее внутрь конструкции поступает воздух и удерживает змея на лету. Тело может быть сделано также из круглых дисков, диаметр которых уменьшается к хвосту, соединенных шнурами. Веревка прикреплена к пасти, а на хвост навешиваются ленты, фонарики, либо трубочки с горючей смесью, которые в полете вспыхивают разными цветами.

В качестве спецэффекта на празднике используют так называемую «змеиную музыку». Это шум, напоминающий вой ветра в трубе. Издает его приспособление из сухих головок мака, в которые вставлены свистки из камыша.

Подобные мероприятия проводятся не только в Китае, но и в Японии, Таиланде, Тайвани, Корее, а также на Бали. Здесь можно увидеть самых разных воздушных змеев, выполненных в традиционных стилях. Эти летательные аппараты не что иное, как дитя народной фантазии различных стран!

***Контрольные вопросы:***

1. Расскажите, у какого народа есть первое подтверждённое упоминание использования воздушного змея.
2. Для чего использовали воздушные змеи?
3. Опишите простейшую конструкцию первого воздушного змея.

Задания:

*Задание №16.*

Начертите и опишите конструкцию простейшего воздушного змея.

*Задание №17.*

Напишите доклад на тему «Фестиваль воздушных змеев», объем доклада 2-4 страницы формата А4.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи».

1. Какую площадь имел воздушный змей, который смог впервые поднять в воздух человека?
2. Какой эксперимент провел с воздушным змеем Ломоносов?
3. Какой вклад внес воздушный змей в воздухоплавание?

Выполните задание №17.

**Тема: «Воздушные змеи».**

Урок №13

Теоретический материал

На сегодняшний день существует большое количество видов воздушного змея.

**Большие надувные воздушные змеи**

Первое что вы увидите на любом фестивале воздушных змеев – это гигантские надувные воздушные змеи. Конечно они впечатляют, и не только своим размером. Такие змеи изготавливаются с высокой точностью из большого количества нейлоновых или полиэфирных панелей, чаще всего они представляют из себя морских существ, в этом образе они наиболее эффектны.

Эти воздушные змеи надуваются как правило спереди, с помощью воздухозаборников. Которые тщательно замаскированы под внешний вид животного.

На создание таких кайтов уходит очень много времени, и поэтому не удивительно, что они могут стоить очень дорого, цены на эти творения доходят до миллиона рублей. Тем не менее организаторы фестивалей готовы представлять на своих шоу подобных воздушных змеев, потому что посетителям они очень нравятся. Надувные воздушные змеи являются непременным участником любого фестиваля как в Европе так конечно и в Азии, где они перемешаны с огромным числом современных и традиционных змеев.

**Парафойлы (Parafoils)**

Наиболее распространённые и простые из них – «wind socks» так называемый носок развивающийся по ветру, турбины и баннеры. Вы сможете увидеть этих змеев среди гигантских на любом шоу воздушных змеев в России, Европе или Азии. Конструкция конструкция классического Парафойла представляет из себя несколько поверхностей, разделенных на клетки вертикальными ребрами. Клетки имеют отверстия, при набегании потока воздуха – он надувает конструкцию оказывая давление на клетки змея. Самые большие из этих змеев могут поднимать в воздух тяжелые предметы, камеры, зонды и даже людей. Конструкция Парафойла представляет из себя несколько поверхностей, разделенных на клетки вертикальными ребрами. Клетки имеют отверстия, при набегании потока воздуха – он надувает конструкцию оказывая давление на клетки змея.

Иногда для стабилизации этого воздушного змея в полете требуется большое количество килей, перегородок и других элементов, по конструкции это один из сложнейших воздушных змеев. Причина популярности этого вида воздушных змеев в том, что с их помощью можно поднимать тяжелые предметы на высоту гораздо легче, чем с помощью любого другого кайта подобного размера.

**Дельта кайт (Delta)**

Следующий по распространённости – это конечно дельта кайты. Наиболее простая конструкция этого воздушного змея представляет собой простой треугольник При кажущейся простоте, для изготовления такого воздушного змея надо иметь изрядный опыт. А вот запуском правильно собранной конструкции справится даже ребенок. Поэтому первого воздушного змея хорошо бы купить именно этой формы. Мы часто комплектуем их дополнительным хвостом, который стабилизирует полет при не равном ветре. По мере роста вашего мастерства вы можете отсоединить хвост для быстрого и эффектного полета.

**Роккаку (Rokakku)**

С точки зрения летных свойств этого змея он даст большую фору Дельта кайтам если сравнивать их в одной ценовой категории, кроме того они отличаются большей стабильностью и надежностью, особенно это становится заметным когда скорость ветра приближается к критической для воздушных змеев. Как и любой приличный Delta кайт эти красавцы не нуждаются в хвостах, потому что наличие хвоста делает его менее маневренным и более плавным в полетах. Изначально Роккаку появилсь в Японии и использовались не только как украшение но и как оружие.

**Коробчатые воздушные змеи**

Все виды коробчатых воздушных змеев представляют из себя конструкцию из набора реек и ткани для создания сотовой структуры. Традиционный простейший коробчатый змей представляет из себя конструкцию из 2х замкнутых коробок- ячеек.

Большинство людей могут себе представить как он выглядит, эти изображения представлены во многих книгах и хорошо нам знакомы. Многие современные змеи сделаны на основе той старой конструкции, и выглядят просто замечательно. Некоторые дизайнеры пошли на многое, чтобы построить удивительные, сложные конструкции, которые используют простой принцип коробки в полетах….

**Роторный воздушный змей**

Довольно редкий вид воздушных змеев и единственный воздушный змей вращающийся в полете. Поэтому его полет не похож на полет обычных воздушных конструкций. Полет воздушного змея основан на эффекте Мангуса и для полета такой конструкции достаточно даже слабого и не ровного ветра.

**Трюковый воздушный змей**

Один из самых интересных видов воздушных змеев. Однако чтобы справиться с полетом, вам придется приложить некоторые усилия. Воздушный змей имеет не одну а как правило 2 или 4 стропы управления. Несмотря на то, что они летают как правило гораздо ниже своих собратьев, они безусловно очень привлекательны благодаря их постоянной смене направления движения, не говоря уже о современной тенденции к супер-ярким цветовым схемам.

Еще одним видом трюковых воздушных змеев являются пилотажные кайты. Они названы так потому что изначально были придуманы для тренировки профессиональных кайтеров и в сущности являются их не большой копией. Благодаря тому, что в сложенном виде имеют совершенно не большой вес и размер, а так же не боятся повреждения при падении очень популярны.

***Контрольные вопросы и задания:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи».

1. Перечислите виды воздушных змеев с которыми вы познакомились?
2. Какой из перечисленных видов воздушных змеев вам понравился больше и почему?

Задания:

*Задание №18.*

Схематично нарисуйте виды воздушных змеев, с которыми познакомились.

*Задание №19.*

Напишите эссе на тему «Классификация (виды) воздушных змеев», объем доклада 3-5 страницы формата А4.

***Домашнее задание:***

1. Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи».
2. Роторный воздушный змей, в чем его особенность.
3. Роккаку, дельта кайт, парафойлы какой из перечисленных воздушных змеев обладает наибольшими летными качествами.
4. Какие воздушные змеи по размеру самые большие.
5. Выполните задание №19 из рабочей тетради.

**Тема: «Воздушные змеи».**

Урок №14

Теоретический материал

Области применения воздушных змеев. Рассмотрев историю воздушного змея, мы обнаружили интересные факты, которые показывают всю важность его применения как в прошлом, так и в настоящем.

Военные действия, обряды и быт - основные направления применения змеев с момента их существования.

В военных делах с помощью змея измеряли путь до объектов противника, поднимали разведчиков, устрашали врагов, прикрепляя к змею устройства, издающие звуки. С помощью стальных тросов змеи поднимались на высоту и создавали серьёзное препятствие для вражеских самолётов. С их помощью также спасали моряков с тонущего корабля.

Большое количество зрителей с давних времён по сегодняшний день собирается на интереснейшие бои воздушных змеев в Китае и Индии.

В быту змея использовали в качестве пугала, а также применяли для ловли рыбы.

Люди в древности наделяли воздушных змеев сверх силами. Змей мог отпугнуть злых духов, дать хороший урожай, защитить от болезней. Запуская змея при появлении на свет ребенка, с ним улетали все беды и несчастья. В Азии существует множество легенд, сказок, мифов, где воздушный змей был главной фигурой.

С середины XVIII в. учёные начинают применять воздушный змей в своих исследованиях. В Англии в это время учёные с помощью обычного термометра использовали змея для измерения температуры воздуха на высоте 900 метров. Также учёные начинают применять змей в изучении молнии и атмосферного электричества. В начале следующего века, с его помощью были сформулированы главные законы аэродинамики, которые стали важным материалом в определении строения крыльев для первых самолетов.

В середине XIX века при строительстве переправы через Ниагарский водопад с помощью змея была переброшена первая веревка с берега на берег длиной более 250 метров.

В начале XX столетия изобретатель радио А.С. Попов воздушный змей использует для улучшения сигнала при подъёме антенны.

Сэмюэл Франклин Коди, новатор американского происхождения в области пилотируемых воздушных змеев и самолетов.

Спроектировал и построил двухместного воздушного змея, для использования воздушным отделением Королевских инженеров британской армии. Хэмпшир, Англия, около 1903–1913 гг.

Такие воздушные змеи предназначались для использования, когда высокая скорость ветра (более 32 километров в час) не позволяла использовать аэростаты для наблюдения. Змей мог подниматься на высоту более 600 метров в правильных условиях.

Сегодня почти каждую неделю по всему миру проходят фестивали, посвященные этому древнему изобретению. Самые масштабные проходят на пляжах Китая, где принимает участие более 100000 участников из 60 стран мира.

Широкое применение змей нашел в кайтсерфинге – катании на лыжах или на водных досках.

В Великобритании разработана уникальная технология получения солнечной энергии с помощью воздушного змея, не имеющая аналогов.

Во всем мире каждое второе воскресение октября змей отмечает свой праздник.

Как мы видим, области применения воздушных змеев очень разнообразны. Как в древности, так и по настоящее время они широко применяются человеком. Причем затраты на их изготовление минимальны, а польза колоссальна.

Изучение молнии с помощью воздушного змея. Молния - это необычное явление природы, похожее на гигантскую искру. Когда температура воздуха становится очень высокой в небе появляются грозовые облака, образующие тучи. В них-то и рождаются молнии. Огромное количество заряженных частичек собираются в одном месте и вспыхивают. Сто раз в секунду и более 8000000 раз в день она ударяет в землю. Продолжительность молнии не более секунды, но при этом она очень разрушительна: при её попадании в сооружения возникают пожары, раскалываются деревья, погибают люди. Молния может появиться в любой момент, и путь её непредсказуем. Её длина может достигать около сотни километров. Заряд молнии может достигнуть земли, а может разорваться в облаке.

Для защиты от удара молнии используются громоотводы. По ним заряд молнии уходит в землю по безопасному пути.

В середине XVIII века во время грозы Бенджамин Франклин вместе с сыном запустили воздушного змея. Каркас змея был изготовлен из дерева и обтянут шёлковой тканью. На конце змея он установил небольшой железный штырь. Этот штырь должен был сработать как молниеотвод.

Франклин привязал змей к веревке. К ней у самой земли он закрепил ключ от замка. Удар молнии должен был попасть в железный штырь. По нему электрический заряд от молнии по влажной веревке должен был передаться к металлическому ключу. При попадании молнии в змея, ключ оказался в светящемся круге. Это свечение и доказало электрическую природу данного явления.

Эксперимент был очень рискованный, сильнейший разряд молнии мог попасть в людей. До Франклина в Европе несколько учёных погибли, проводя подобные эксперименты. Так, в 1753 года при запуске змея в грозу погиб академик Г.В. Рихман, коллега русского учёного Ломоносова. Франклин владел теорией электробезопасности, что помогло ему сохранить жизнь. От поражения молнией его спасло то, что он спрятался за окно дома.

***Контрольные вопросы:***

* перечислите, какое практическое применение нашли воздушные змеи?
* кто первый использовал воздушного змея для изучения электрического происхождения молний?
* какую опасность несет запуск воздушных змеев в грозовую погоду?

Задания:

*Задание №20.*

Схематично нарисуйте конструкцию воздушного змея Сэмюэля Франклина Коди.

*Задание №21.*

Напишите эссе своими словами на тему «История развития воздушных змеев», объем доклада 1-2 страницы формата А4.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи».

* что вы узнали нового, изучая воздушные змеи?
* какие воздушные змеи по размеру самые большие?
* расскажите, какое современное применение нашли воздушные змеи?

Выполните задание №21 из рабочей тетради.

**Тема: «Воздушные змеи».**

Урок №15

Теоретический материал

Техника изготовления разных видов воздушных змеев. Плоский воздушный змей «Монах».

Данный вид летающего змея является самым простым. Чтобы непосредственно получить необходимую конструкцию, нужно вырезать квадратный лист.

Необходимые материалы:

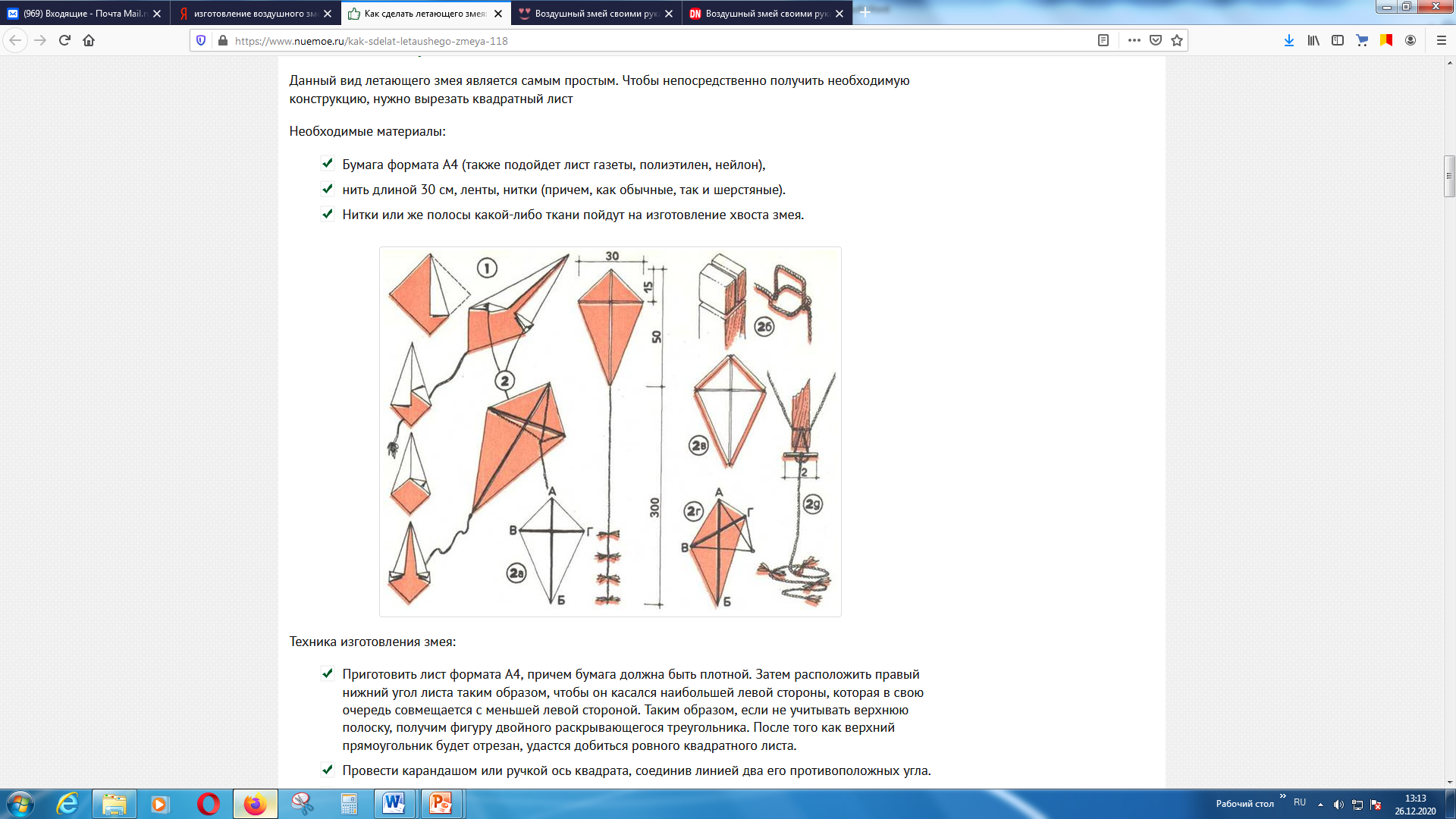
* Бумага формата А4 (также подойдет лист газеты, полиэтилен, нейлон);
* нить длиной 30 см, ленты, нитки (причем, как обычные, так и шерстяные);
* Нитки или же полосы какой-либо ткани пойдут на изготовление хвоста змея.

Техника изготовления змея:

* Приготовить лист формата А4, причем бумага должна быть плотной. Затем расположить правый нижний угол листа таким образом, чтобы он касался наибольшей левой стороны, которая в свою очередь совмещается с меньшей левой стороной. Таким образом, если не учитывать верхнюю полоску, получим фигуру двойного раскрывающегося треугольника. После того как верхний прямоугольник будет отрезан, удастся добиться ровного квадратного листа.
* Провести карандашом или ручкой ось квадрата, соединив линией два его противоположных угла.
* Расположить правую и левую стороны квадрата таким образом, чтобы они оказались примкнутыми к его оси. И как гармошку загнуть уголки два раза вверх.
* Получить так называемую «уздечку», путем вклеивания в середину гармошки отведенной нити длиной 30 см. Причем это выполняется с двух сторон гармошки.
* Приготовить веревку для запуска змея и управления им. Необходимо привязать веревку в центре уздечки.

Чтобы сделать хвост для змея, нужно выполнить следующие шаги:

* Добиться длины из ниток не менее 50 см. Столько примерно нужно для воздушного змея средней величины. Если нитки обычные, то нужно сделать 20 отрезков, если шерстяные, то будет достаточно сделать 6.
* Соединить приготовленные отрезки и поближе к концу связать, так чтобы получилась кисточка, или еще можно сделать косичку. Чтобы змей был более красочным, можно добавить на хвост какие-либо яркие предметы. Они могут быть вырезаны из бумаги.
* Прикрепить хвост непосредственно к змею. Нужно через сделанную в нижней части змея дырку, просунуть приготовленный согласно предыдущему пункту хвост. После склеить клеем или завязать на узел.



***Контрольные вопросы:***

1. Какую технику безопасности нужно соблюдать при конструировании воздушного змея.
2. Что на ваш взгляд самое важное при изготовлении воздушного змея.

***Задание:*** Собрать воздушного змея.

*Задание №22.*

Подберите место для будущего запуска воздушного змея. Отличным местом может служить открытое пространство школьный двор, стадион и т.д.

***Домашнее задание:***

Подготовьтесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи».

1. Какие погодные условия самые благоприятные для запуска воздушного змея;
2. Какие интересные факты вам известны, которые связаны с использование воздушных змеев.

**Тема: «Воздушные змеи».**

Урок №16

Теоретический материал

Как запускать воздушного змея.

Достаточно сложно запустить змея, когда ветер слабый, но все же можно. Ветер есть всегда! Если около земли его нет, то уже на высоте 35-40 метров он есть, но ведь туда надо еще добраться. Как же мы поступим.

Запуск воздушного змея при слабом ветре. Необходим друг, товарищ, который поможет в запуске. Стандартная длина нити, которая прилагается к воздушному змею 30 метров. Конечно, этого маловато, но попробуем. Необходимо размотать леер как можно дальше. Ваш помощник должен находиться вместе со змеем на другом конце леера. Как только Вы оба будете готовы, то помощник слегка подбрасывает змея, а в этот момент, вы начинаете быстро сматывать леер. Под натяжением и сопротивлением ветру, воздушный змей начинает набирать высоту. Вот тут то и наступает весьма важный момент. Вам очень внимательно нужно следить за поведением змея. Уже на высоте 10-15 метров воздушный змей может поймать ветерок. И в это время вы должны прекратить смотку леера, Вы почувствуете натяжение змея. Дайте ему немного свободы. Если змей начинает тянуть у Вас из рук леер, то не стесняйтесь, дайте ему набрать высоту. Важно уловить момент натяжения. Если леер ослаб, немного натяните. Такими не хитрыми движениями Вы заставите змея летать.

Запускаем воздушного змея в одиночку и без ветра. Если все-таки у вас нет помощника, а запустить хочется, то есть проверенный способ. Вам придется самому разматывать леер, а вот змея необходимо приставить к чему-то прочному. В качестве опоры может послужить, маленькое дерево, кустарник, высокая кочка. Ну и как только Вы размотали нить, резко тяните на себя и повторяете действия, описанные в первом способе.

Хороший ветер, отличный помощник в запуске воздушного змея. При погоде, когда ветер есть, не возникает никаких проблем с запуском воздушного змея. Запускать змея можно с одной руки. Вытягиваете руку с воздушным змеем, и как только ветер начинает натягивать змея, начинаете помалу травить леер. При таком ветре важно не обжечь руки леером. При этом рекомендуется использовать перчатки.

Метод запуска воздушного змея при помощи бега. Держим в одной руке сматывающее устройство, в другой воздушного змея. Но держим мы не самого змея, а леер и от змея делаем припуск сантиметров 10-15. Стартуем, бежим не спеша. Сзади Вас змей набирая воздух, начинает подниматься. В этот момент Вы потихоньку начинаете отпускать леер. Отпускайте змея с легкой натяжкой, так он лучше будет набирать высоту. Как только почувствуете хорошую тягу, бег можно прекращать. Вуаля, и спорт и развлечение!

ПОМНИТЕ, леер может обжечь руки. Используйте перчатки!!!

Запускать воздушного змея можно и при помощи самоката, велосипеда, легкого мопеда и вы не поверите, даже лодки.

Запуск воздушного змея

В зависимости от того, в одиночку или с помощником будет отправляться в полет воздушный планер, зависит инструкция по применению. Наиболее простой способ — действовать в паре.

Запуск змея в паре при помощи бега также результативен. Такой способ отлично подойдет для семейного или дружеского времяпрепровождения. Со временем увлечение может перерасти в полноценный спортивный интерес.

Полезные советы для новичков:

• чем легче вес планера, тем меньшая скорость ветра потребуется;

• обувь и одежда должны быть удобными и не стеснять движения;

• перед запуском змея необходимо проверить целостность линя, каркаса и полотна;

• чем легче вес змея, тем меньшая скорость ветра потребуется;

• перед запуском проверить целостность линя, каркаса и полотна.

Основные рекомендации для новичков:

Если змей падает из-за уменьшения скорости ветра, необходимо быстро натянуть линь — отступив назад, смотав бечевку или опустив руку.

Когда скорость ветра увеличивается, следует ослабить натяжение. Для этого нужно размотать линь, приблизиться к змею или поднять руку.

При неустойчивости полета требуется понять динамику движения, после чего предпринимать действия в соответствии с изменением положения планера. Чтобы выровнять змея, нужно расположить его нос по ветру.

При планировании также важно положение тела. Изначально человек стоит спиной к ветру. Во время движения позицию можно менять, однако взглядом следить за планером необходимо постоянно.

Для улучшения контроля полета воздушного змея используется конструкция с двумя или четырьмя леерами — точками крепления линя, соединенными в центре единой веревкой.

Управляемые воздушные планеры позволяют выполнить множество трюков: восьмерки, петли, спирали, круги и так далее. Новичкам необходимо освоить плавный и ровный полет змея, лишь потом переходить к фигурам высшего пилотажа. Данные действия можно освоить как самостоятельно, так и под руководством инструкторов.

Если змей снижается из-за недостаточной скорости ветра, необходимо быстро натянуть линь

Когда ветер становится сильнее, следует ослабить натяжение, размотав линь

Чтобы выровнять планер, нужно расположить его нос по ветру

Правильная посадка и техника безопасности:

Чтобы воздушный змей остался целым и невредимым, следует соблюдать правила мягкой посадки:

• Сажать планер необходимо поперек ветра. Для этого человек и змей разворачиваются к потокам воздуха под прямым углом.

• Плавно сматывают линь, не допуская резких движений.

• Постепенно приближаются к змею, следя за натяжением веревки.

• При сильном ветре меняют положение, ища наименее порывистую зону.

***Контрольные вопросы:***

1. Если змей снижается из-за недостаточной скорости ветра, что необходимо сделать?
2. Когда ветер становится сильнее, что следует сделать?
3. Для улучшения контроля полета воздушного змея, что используется?

Задания:

*Задание №23.*

Составьте ребус на тему «Воздушные змеи».

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздушные змеи»:

1. Что необходимо сделать для плавной посадки воздушного змея;
2. При посадке планера под каким углом к потокам воздуха необходимо развернуться;
3. Какая скорость ветра потребуется при легком весе змея;
4. Какая обувь и одежда должны быть при запуске змея.

**Тема: «Планеры»**

Урок №17

Теоретический материал

История возникновения планера. Карл-Вильгельм Отто Лилиенталь (годы жизни: 1848— 1896) — немецкий инженер, один из пионеров авиации, объяснивший причины парения птиц.

Отто Лилиенталь родился 23 мая 1848 года в померанском городке Анклам. В детстве Лилиенталь, как и все мальчишки, строил и запускал воздушные змеи. Он своими руками почувствовал их подъемную силу. В 1856-64 годах он обучался в местной гимназии. Вместе со своим братом Густавом 13-летний Отто смастерил примитивные крылья, на которых братья безуспешно пытались полететь. В 1864-66 годах Отто посещает ремесленное училище в городе Потсдаме. В 1866 году Отто стал практикантом на машиностроительном заводе Шварцкопфа и вскоре получил приглашение поступить в небольшое конструкторское бюро при нем же. В 1867-68 годах обучается в промышленной академии, которую он с отличием закончил и был призван в армию во время недолгой франко-прусской войны. Еще во время учебы в академии, он делает первую попытку создать орнитоптер - летательный аппарат с машущим крылом. Три пары крыльев, составленных из жалюзиподобных элементов, приводились в движение ногами человека, стоящего вертикально. При движении крыла вверх клапаны-полосы опускались, свободно пропуская воздух, а при обратном движении - закрывались. Эти опыты показали недостаточность мускульной силы человека для выполнения машущего полета. Всесторонний спортсмен, крепко сбитый и натренированный, он чувствует, как с возрастанием скорости резко увеличивается сопротивление воздуха, как быстро устают руки. Нет, это не путь для покорения воздуха. Отто задался вопросом почему полет должен быть обязательно машущий? Ведь летают же большие птицы - аисты, орлы, коршуны - на совершенно неподвижных крыльях. И не только скользят вниз с высоты, но и парят, набирают высоту. Значит, парящий полет в принципе доступен и человеку. Только для этого надо соответственно побольше крылья и птичье чутье. Но откуда его взять, это чутье? Ясно одно: сначала надо учиться летать…

Немецкий инженер и первый летчик-исследователь разработал, построил и испытал одиннадцать летательных аппаратов. Научное обоснование причин парения птиц, сделанное Лилиенталем и продолженное Н. Е. Жуковским, во многом определило развитие авиации.

Лилиенталь совершил свыше 2 тысяч полетов на планерах собственной конструкции (общий налет около 5 часов, дальность полета до 300 (400) метров, развороты почти на 180°). В отличие от многих пионеров авиации не пытался сразу взлететь, а провел многочисленные исследования принципов полета. Первый «полет» совершил просто поджав колени. Необходимым условием полетов считал «птичье чутье» (способность предугадывать порывы ветра и др.) которое, по его мнению, приобреталось с опытом полетов. Он был первым в истории человечества планеристом, на практике доказавшим возможность управляемых скользящих полетов человека на аппарате тяжелее воздуха. Впервые разработал биплан, когда решив увеличить площадь крыла, и так обладавшего ограниченным запасом прочности, сделал надстройку из еще одного крыла. Пристальное и углубленное изучение полета птиц приводит Лилиенталя к важному выводу: прежде чем строить аэроплан, необходимо сначала научиться летать, паря, как птицы.

Построить удачный планер и научиться летать на нем - значит решить большую часть проблемы в создании самолета. Как писал в 1898 году Н.Е. Жуковский: «Я думаю, что путь исследования задачи воздухоплавания с помощью скользящей летательной машины является одним из самых надежных. Проще прибавить двигатель к хорошо изученной скользящей машине, нежели сесть в машину, которая никогда не летала с человеком».

В России первые кружки планеристов были созданы в начале XX века в Москве, Тбилиси, Киеве, Петербурге и в Крыму.

Началом массового развития планёрного спорта в СССР считаются первые всесоюзные планёрные испытания 7 ноября 1923 года в Коктебеле, на которых были зафиксированы первые рекорды СССР. Одним из инициаторов слёта был Константин Арцеулов. На первых испытаниях было представлено 9 моделей планёров. Первым рекордсменом слёта стал Леонид Юнгмейстер на планёре А-5 модели Арцеулова. Среди конструкторов планёров первого слета были С. В. Ильюшин, М. К. Тихонравов, В. П. Ветчинкин и Б. И. Черановский. В дальнейшем до 1935 года в Крыму ежегодно проводились слёты планеристов, на которых устанавливались рекорды мира и СССР. В это же время в стране строились планёры оригинальных конструкций например БП-2 (ЦАГИ-2).

Развитие планеризма в СССР связано с ОСОАВИАХИМом (с 1951 г. — ДОСААФ). Его расцвет пришёлся на 1920—1930-е годы, когда начался настоящий бум планёрных школ, добравшийся даже до провинции (см., например, Ливенская лётно-планерная школа). В 1934 г. было учреждено звание мастера планёрного спорта СССР. К 1941 г. советским планеристам принадлежало 13 мировых рекордов из 18, регистрировавшихся Международной авиационной федерацией. В 1948 г. создана всесоюзная секция планёрного спорта (в 1960 г. вошла в состав Федерации авиационного спорта СССР), с 1966 г. — самостоятельная федерация планёрного спорта. В 1949 г. планёрный спорт включён в Единую всесоюзную спортивную классификацию, проводились чемпионаты СССР по планёрному спорту.

Федерация планерного спорта России учреждена 2 ноября 1994 года.

Согласно Положению о Всероссийских соревнованиях по планёрному спорту (2009 год), соревнования проводятся в следующих основных дисциплинах [15]:

• полёты по заданному маршруту;

• полёты по заданному маршруту через назначенные области;

• полёты по маршруту, выбранному пилотом;

• полёт на расстояние через назначенные области;

• полёт на расстояние по выбору пилота.

К концу существования СССР из республик наибольшее распространение планеризм получил в Литве.

Боевое применение планеров в Великой Отечественной войне Планер на буксире за самолетом. В ноябре 1940 г. нарком обороны маршал С.К. Тимошенко утвердил новый штат воздушно-десантной бригады, по которому в ее состав вошла планерная группа. Но в то время ВВС не имели ни десантных планеров, ни пилотов для них. Для подготовки последних в 1941 г. создали Саратовскую военную авиационно-планерную школу (СВАПШ). Ее сформировали на базе школы, с 1940 г. выпускавшей летчиков на самолетах Р-5. Начальником СВАПШ был сначала майор Я.В. Уткин, а затем подполковник М.С. Одинцов. В качестве инструкторов задействовали спортсменов-планеристов и летчиков-испытателей. Курсантов набирали в основном из аэроклубов Осоавиахима. К началу Великой Отечественной войны в СССР велись разработки трех моделей планеров: небольшой А-7, более вместительный Г-11 и тяжелый А-20, которые дорабатывались и запускались в серию в ходе войны. Подробнее о советских десантных планерах можно прочитать здесь.

Первоначально планеры разрозненно поступали в воздушно-десантные бригады и иногда использовались для рутинных перевозок между фронтом и тылом, а также вдоль фронта в интересах наземных войск и ВВС. В феврале 1942 г. несколько самолетов Р-6 перелетело на аэродром Стрыгино в Горьковской области, где уже находились несколько планеров и планеристы из СВАПШ. В начале марта туда дополнительно перебросили планеры Г-11 и А-7. Так был сформирован 1-й отдельный авиационно-планерный полк (1-й оапп). Позже иногда его называли 1-м учебным авиационно-планерным полком (1-м уапп). Подчинялся он командованию Воздушно-десантных войск. Две эскадрильи полка насчитывали по десять экипажей самолетов-буксировщиков, а также по 60 пилотов-планеристов и соответствующее количество планеров.

В качестве буксировщиков использо­вали самолеты ПС-84 (Ли-2), СБ, ДБ-3Ф (Ил-4) и Р-6. Первые два, оснащенные более мощными моторами, могли тянуть по два планера А-7 или Г-11. В конце лета 1942 г. на одном из аэродромов Московского военного округа состоялся смотр десантной техники. Приехало высокое начальство. Для него организовали показ головокружительного номера: посадочный десант в составе 20 планеров А-7 и Г-11 на маленькую площадку. Планеры приземлялись не только на полосу, а по всей площадке. После высадки солдаты с криками «ура!» побежали к месту расположения гостей. Эффект был ог­ромный. И это - без единой тренировки в групповом полете! То, что обошлись без травм - просто чудо... В августе 1942 г. в Киржаче (Ивановская область) приступили к формированию 2-го учебного авиационно-планерного полка (2-й уапп). Полк имел буксировщики Ил-4 с комплектом планеров А-7 и Г-11. В августе 1943 г. эта часть стала именоваться 2-м отдельным авиапланерным полком (2-й оапп). В боевых действиях авиапланерные полки стали участвовать тем же летом 1942 г., доставляя грузы и диверсионные группы к брянским партизанам. Но эти полеты были единичными и не носили систематического характера.

Устройство планеров. Основой его являются узкие и длинные крылья. Они крепятся на фюзеляже удобообтекаемой формы. В передней части фюзеляжа находится кабина, в которой помещается планерист. В кабине сосредоточены приборы, позволяющие планеристу контролировать высоту и скорость полета, — указатели высоты (высотомер) и скорости. Они размещены на приборной доске. Тут же находится прибор, указывающий вертикальную скорость планирования, — вариометр.

Планерист сидит за большим прозрачным «стеклом» (оно выгнуто из прозрачной пластмассы). Ноги планериста покоятся на педалях: поворачивая их, он приводит в движение руль направления. В правой руке планериста зажата ручка управления рулем высоты. Ручка и педаль связаны с рулями при помощи тросов. Движением ручки вбок можно управлять элеронами и накренять при их помощи планер или исправлять случайные крены.

***Контрольные вопросы:***

1. Чем планер отличается от воздушного змея?
2. Как осуществляется управление планером?
3. Начало массового развития планёрного спорта у нас в стране?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Планеры».

1. История возникновения планера;
2. Каких инженеров вы знаете кто начал на практике изучать планеры;
3. На старте развития планеризма, сколько принадлежало мировых рекордов нашим соотечественникам.

**Тема: «Планеры»**

Урок №18

Теоретический материал

И так планер – это летательный аппарат тяжелее воздуха, но при этом не имеющий двигательной установки. Он поддерживается в полёте за счет аэродинамической подъемной силы, создаваемой на крыле набегающим потоком воздуха и вместо маршевой силы двигателя использует гравитацию.

В общем, планер превращает свою потенциальную энергию (высоту) в кинетическую (скорость) и наоборот. А ещё за счет своего небольшого веса и больших крыльев может использовать восходящие воздушные потоки как лифт, чтобы пополнить запас потенциальной энергии.

На заре развития планеризма задача была одна – удержать безмоторный летательный аппарат тяжелее воздуха в полете в течение более-менее продолжительного времени. Потом уже стали разбираться – а зачем?

Задачи для планеров придумали такие:

* спортивная (учебные планеры, высший пилотаж, рекорды);
* экспериментальная (давайте что-нибудь построим и посмотрим как оно полетит);
* перевозка грузов и людей (например, десанта);
* исследование атмосферы

Учебные планеры – двухместные, поэтому позволяют катать пассажиров. Такое развлечение дешевле, чем полет на спортивном самолете.

Посадка тандемом, один за другим. Спереди в кабине садится пассажир, сзади – инструктор. Задача катающегося – без разрешения ничего в кабине не трогать. Ну и вовремя предупредить, если укачало и хочется на землю. Приятный бонус отсутствия двигателя – планер летит тихо.

Для начинающих любителей авиации и планеризма для начала нужно познакомиться с планерами поменьше, это копии планеров которые можно изготовить своими руками и постичь эту не простую науку как планеризм.

Это авиамодели-планеры. Сегодня существует большой перечень моделей, мы познакомимся с наиболее популярными моделями.

Кордовые модели. Изготовление кордовых моделей-копий самолетов широко практикуется в авиамоделизме. Это объясняется тем, что для запуска в полет кордовой модели требуется площадка диаметром всего 40-50 метров с твердой поверхностью, которую гораздо проще отыскать, чем поле для запуска радиомодели. Возможность непосредственно управлять полетом модели вызывает особый интерес у моделистов, да и зрительный эффект довольно значительный. Полет модели на корде обеспечивает ее дополнительную поперечную устойчивость, а в продольном направлении модель управляется самим моделистом. Это позволяет копировать довольно сложные прототипы, в том числе и многомоторные самолеты.

Все они хорошо летают, если точно выполнены определенные расчеты и рекомендации. Постройка кордовой модели-копии самолета предоставляет моделисту очень большие возможности для творческого поиска. Но одно остается неизменным - модель копии должна как можно точнее воспроизводить как конструкцию, внешний вид оригинала (прототипа), так и характер его полета.

Во время полета модели корды создают значительное сопротивление, и чем дальше от моделиста, тем больше встречный поток воздуха заставляет их прогибаться. Корды как бы отстают от модели и тянут назад внутреннее ее крыло, вынуждая модель заворачивать внутрь круга. Если не учесть этого, то модель во время полета или совсем не сможет натягивать корды, или будет натягивать их слабо. Особенно важно это учитывать, когда на модели есть механизация, управляемая с помощью дополнительных корд, которые тоже создают добавочное сопротивление. Для лучшего натяжение корд необходимо их пропускать в крыле не перпендикулярно оси модели, а под углом 80°-82°, скашивая назад.

Система управления моделями, имеющими много механизации, часто требует применения двух и более дополнительных корд. Например, на четырехмоторной модели-копии самолета Ил-18 заслуженного мастера спорта СССР Юрия Сироткина применялись три дополнительные корды. Ручка управления дополнялась специальной планкой со штырьками, которая укреплялась на руке. Для уборки шасси, например, соответствующая корда натягивалась, и ее кольцо фиксировалось на штырьке. При выпуске шасси кольцо снималось со штырька и отпускалось в исходное положение. Таким же образом приводились в действие закрылки и регулировались обороты всех четырех двигателей одновременно, причем использовалась чисто механическая система привода.

Радиоуправляемые модели. Радиоуправляемым планером называется модель летательного аппарата, не обеспеченная собственной тягой, ее подъёмная сила образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности.

Модели с изменяемой геометрией или с переменной площадью несущих поверхностей должны удовлетворять техническим требованиям, предъявляемым к моделям этого класса.

Изменения (геометрии или площади) должны производиться с помощью сигналов радиоуправления. Радиоуправляемым мотопланером называется модель летательного аппарата, снабженного поршневым двигателем (с ограниченным временем работы 45 с), необходимым для первоначального набора высоты. Основным режимом полета мотопланера является планирующий (парящий) полет. Остальные характеристики модели должны удовлетворять техническим требованиям радиоуправляемого планера. Допускается остановка работы двигателя с помощью радиосигналов.

Метательная модель. Метательный планер — это модель с большими крыльями, достигающими до 50 см и весом до 30г. Несмотря на то, что они относятся к категории «Игрушки», такая техника обладает прекрасными аэродинамическими свойствами и летательными способностями. Взлетают они не со специальной стартовой площадки, а запускаются резким движением руки, и способны быстро набрать высоту до 15 метров!

После старта и набора высоты, они способны долго и красиво парить в воздухе, чем вызывать восторг и удивление у зрителей. Чем резче будет старт, тем дольше авиационный планер продержится в воздухе. Соответственно, что у авиамоделиста должны быть крепкие и сильные руки, чтобы придать инерцию летательному аппарату.

Это забавная и интересная игрушка для всех членов семьи, которая не оставит равнодушными даже самых маленьких любителей авиапланеризма.

Используемые при изготовлении материалы безвредны для человеческого организма, не содержат в своем составе вредных и опасных компонентов. При соприкосновении с планерами, аллергию или раздражение кожи они не вызовут.

Удобство в пользовании заключается в том, что никакие вспомогательные средства при запуске и планировании не нужны. Батарейки, бензин, отлаженные двигатели, это для других моделей, а для метательного планера необходимы крепкие руки, и свободная парковая зона. Главное, чтобы у планера не было препятствий на пути, так как он самоуправляем и совершать маневры при помощи команд не может.

Использовать их можно, как в пределах города, так и на отдыхе, в лесу, на даче. Главное, чтобы в автомобиле хватило полметра свободного места для перевозки такой модели. Если у сверстников есть аналогичные летательные аппараты, то можно устроить настоящее шоу, или соревнования, чем планер продержится в воздухе подольше. В любом случае понаблюдать за ним будет интересно и увлекательно, а побить местные рекорды — вообще великолепно!

***Контрольные вопросы:***

1. С какими видами планера вы познакомились?
2. Какие задачи могут выполнять планеры?
3. Что необходимо для улучшения контроля полета планера?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Планеры».

1. Где наилучшее место для запуска планеров?
2. Кто является первооткрывателем планеров?
3. Чем метательный планер отличается от радиоуправляемого?

**Тема: «Планеры»**

Урок №19

Теоретический материал

Планер – это удивительное воздушное судно. Будучи лишенное силовой установки, оно способно пролететь сотни километров, удерживаясь в воздухе только лишь за счет набегающей на крыло воздушной массы.

Изобретателем планера считается английский ученый и инженер сэр Джордж Кейли, который в 1853 году смог построить первый планер, поднявший человека в воздух.

Планер имеет два режима полета: планирование и парение. Планер для планирования сначала поднимают на высоту буксировщиком. Затем планер отцепляется и планирует, медленно теряя высоту.

Многие даже не представляют, как может что-то летать без мотора. Действительно, на планер (и самолет) действует сила сопротивления воздуха и сила тяжести. Если с силой тяжести успешно борются крылья, то с сопротивлением у самолета борется сила тяги движетеля (реактивного или винтового). У планера с этим бороться нечему. Почему же он летит? А почему с горы едут санки, лыжи? С силой сопротивления борется сила тяжести. Так что планер может лететь, не теряя скорости, только "скатываясь с горки". Но это же не интересно. Запустил планер, он достаточно быстро опустился вниз. Здесь надо вспомнить, что и самолет и планер летят относительно воздуха, а не относительно земли.

Парящие в небе планёры держатся на той же самой подъемной силе, что позволяет летать и обычным самолетам. В мощном свободном полете подъемная сила планёра образуется на его крыльях точно так же, как и у самолета, то есть с помощью тяги двигателя. Другой главной силой, создающей планёру переднюю тягу, является его сила тяжести. Движение планёра вперед поначалу, на взлете, обеспечивается буксирующим средством и тянущим действием двух сил: силы тяжести и восходящих воздушных потоков.

Так как самостоятельно планер взлетать не может по причине отсутствия у него двигателя. Чаще всего для взлета используется самолет, который посредством троса буксирует планер к заданной точке начала полета, после чего трос отцепляется, и планер продолжает полет самостоятельно. Также иногда для старта планера используется специальная наземная планерная лебедка. А затем быстрый воздушный полет обеспечивает подъемная сила, когда воздух обтекает крылья сверху и снизу.

Достаточно найти место, где воздух движется вверх быстрее, чем опускается планер, и задача неограниченных по времени полетов решена. Такой полет и называется парящим. Эти потоки воздуха называются восходящими и их довольно много. Достаточно понаблюдать полет пушинок летом или снежинок зимой.

Вообще-то, парящий полет в природе очень распространен. Именно такой полет используют крупные птицы, которые способны долго летать. Например, альбатрос вообще не может летать с помощью силы мышц ощутимое время, а ведь он большую часть жизни проводит в воздухе… "Гордо реет буревестник над седой равниной моря…" - это тоже о парении. Более того, именно такая погода для него является почти идеальной. Если говорить о способных к парению птицах, которых можно часто увидеть, то это вороны, чайки, ласточки (правда, последние редко парят).

Планирование – установившийся полёт с постоянным снижением под некоторым углом к горизонту (угол планирования).

Парение – это нахождение аппарата в воздухе под воздействием подъемной силы. Оно выступает уже своего рода искусством сохранять и набирать высоту при отсутствие двигателя, используя только силу восходящих потоков воздуха. Для применения ветра есть целый ряд способов.

Полет на планере над пересеченным рельефом считается самым сложным, поскольку пилот работает со всеми воздушными движениями, которые встречает на своем пути. Иногда он может парить, двигаясь вперед-назад до-тех пор, пока не попадет в поток воздуха, позволяющий набрать нужную высоту. А порой, когда внеплановое приземление уже кажется неминуемым из-за потери высоты, очередной воздушный поток перехватывает планер у земли и поднимает его ввысь. Парение подобного рода производится за счет искусства пилотирования и хорошего знания метеорологических явлений.

Расцвет планерного спорта пришелся на 1930-е годы. Многие советские асы-летчики, участвующие в боях 2-й мировой войны, начинали свой путь в планерных школах, которые были не только во всех крупных городах, но даже в небольших поселениях. Планерный спорт в советское время был относительно недорогой, и для планера были не нужны специально подготовленные аэродромы. Развитию планеров способствовало и то, что почти все советские авиаконструкторы не игнорировали безмоторные воздушные суда, разрабатывая все более новые и совершенные модели.

К сожалению, те времена, когда советские планеристы ежегодно ставили мировые рекорды, давно прошли. Уже к 1970-м годам советский планерный спорт начал угасать, и с тех пор отечественные пилоты не могут похвастать ни одним рекордом. Но какие же рекорды на планере имеют место быть?

Высота полета

Абсолютную высоту полета на планере продемонстрировал американский миллионер и экстремал Стив Фоссетт. В 2006 году в Андах вместе с 74-летним пилотом-испытателем Эйнаром Эневольдсоном на двухместном планере он добрался на самолете-буксире до высоты 3900 метров, после чего трос был отцеплен.

Используя мощный восходящий поток воздуха, который пилотам удалось поймать, они подняли планер на высоту 15453 метра! Температура за бортом понизилась до -53 градусов, но пилоты были одеты в специальные костюмы с подогревом. Полет продолжался более четырех часов.

Дальность полета

Абсолютную дальность полета на планере установил в 2003 году немец Клаус Охльманн вместе со вторым пилотом Алоизом Урбанзиком. Используя планер Stemme VT S10, они смогли пролететь в Аргентине расстояние в 2463 километра.

Скорость полета

7 мая 2000 года американцем Джеймсом Пейне был установлен рекорд скорости на планере. Полет проходил в Калифорнии. Пилот, управляя планером Schempp-Hirth Discus A, смог разогнаться до 235 км/ч.

***Контрольные вопросы:***

1. Дайте определение слову парение?
2. Дайте определение слову планирование?
3. От чего зависит дальность полёта планера?

Задание для практической работы:

1. Изготовить крыло для модели планера;
2. Cамостоятельно изготовить шаблоны для обработки нервюр.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Планеры».

1. Какие мировые рекорды были поставлены советскими планеристами;
2. На какую максимальную скорость смогли разогнать планер;
3. Какая максимальная высота полета планера;
4. На какие годы пришел рассвет планеризма у нас в стране.

**Тема: «Планеры»**

Урок №20

Теоретический материал

*Устройство схематической модели планера*. Ранее уже приводились описания больших планеров, на которых летают наши планеристы. Посмотрите теперь на слайде: это схематическая модель планера. Мы видим, что вместо толстого фюзеляжа, вмещающего в себя планериста (а иногда и несколько человек), у нашей модели имеется лишь рейка. Вместо толстых крыльев и оперения, которые имеет каждый настоящий планер, у нашей модели тонкое крыло и такие же тонкие стабилизатор и киль.

Правда, в носовой части рейки находится груз (рис.1), который придает рейке некоторое сходство с фюзеляжем, но это сходство имеется, пока мы на модель смотрим сбоку, а взглянув на нее спереди, мы заметим, что груз плоский и объема почти не имеет.

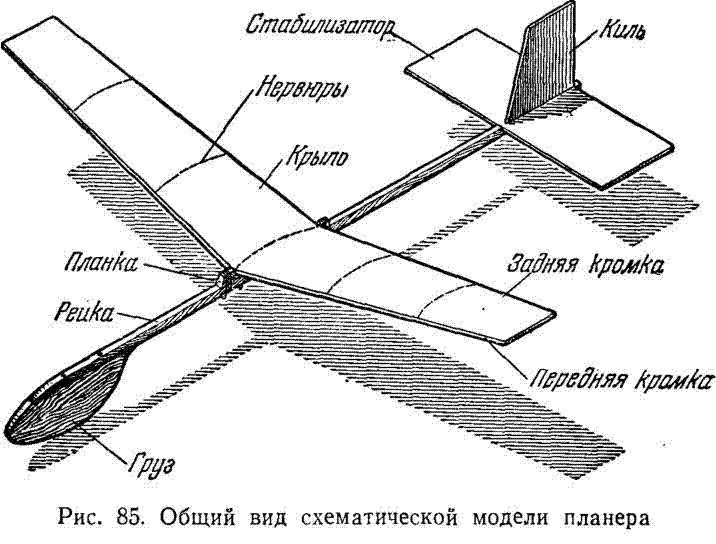


Рисунок 1. Общий вид схематической модели планера.

Вот почему модель и названа схематической, т. е. напоминающей настоящий планер (по схеме), но все же от него отличающейся, так как у нее нет фюзеляжа.

Модель очень проста по своему устройству. Кроме длинной и тонкой рейки, на носу которой прибит деревянный «груз», она имеет крыло (рис. 2) и оперение, состоящее из киля и стабилизатора.

Крыло, если на модель смотреть сверху, имеет трапециевидную форму, а спереди — поперечное V, знакомое нам по бумажным моделям. Остов крыла состоит из передней и задней кромок, соединенных между собой нервюрами. Из семи нервюр обе крайние — прямые, остальные слегка изогнуты. Под центральной нервюрой находится планка, при помощи которой крыло крепится к рейке.

Стабилизатор представляет собой прямоугольную рамочку, а киль имеет форму трапеции. Обтяжка — из тонкой (папиросной) бумаги — наклеивается на крыло и стабилизатор сверху. Киль обтягивается с обеих сторон.

Два маленьких гвоздика-крючка вбиты под крылом в рейку. Эти крючки служат для запуска модели на нити (леере).

*Чертеж модели.* Без чертежа трудно правильно построить модель. Чертежами в технике пользуются всегда и везде, когда нужно что-либо построить или изобразить устройство.

Чертеж модели — это ее изображение в нескольких проекциях. Эти проекции получаются так. На (рис. 3) показана модель, висящая в воздухе среди трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Если на горизонтальной плоскости изобразить все, что мы видим, когда смотрим на модель сверху, то получится так называемый «вид сверху». Изображение на вертикальной плоскости того, что видно сбоку (на нашем рисунке — слева), даст «вид сбоку». Так же получим «вид спереди». Если этих трех видов недостаточно, то делают дополнительные виды.

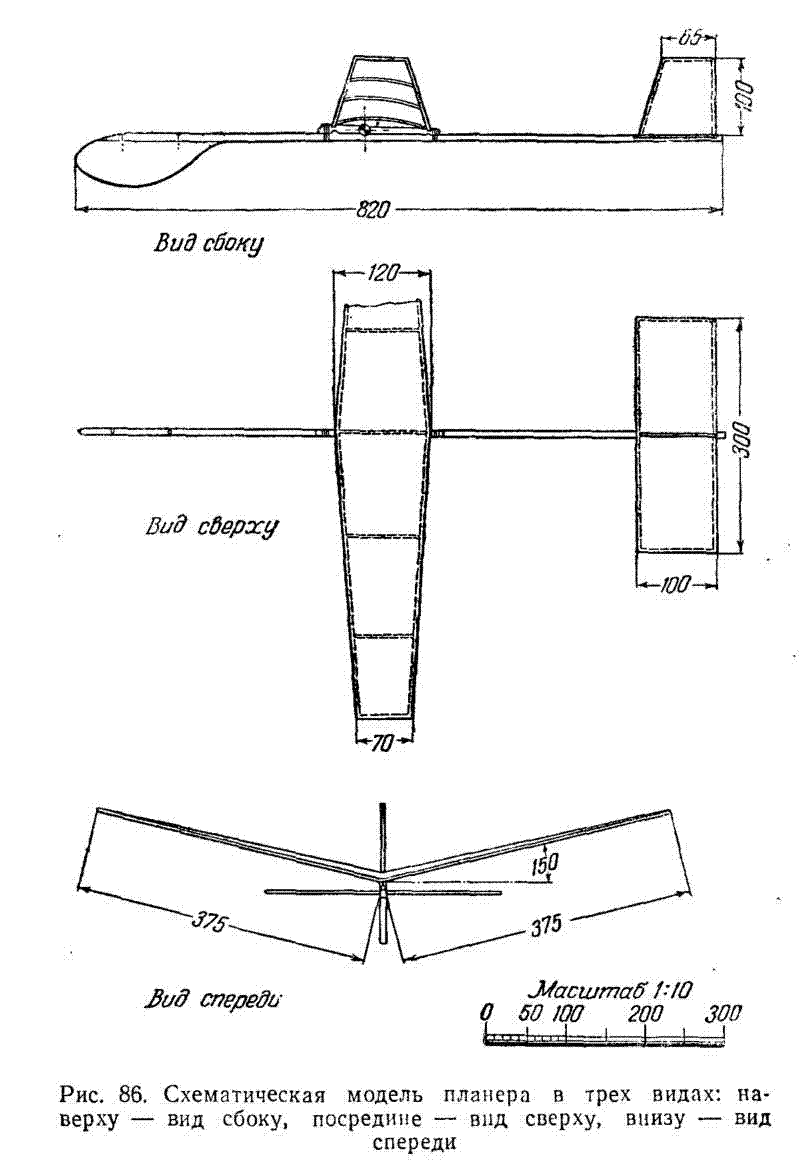


Рисунок 2. Схематическая модель планера в трех видах: наверху — вид сбоку, посредине – вид сверху, внизу — вид спереди.

На проекциях надписывают размеры отдельных частей, а иногда указывают и материал, из которого они сделаны. Если проекции получены так, как это показано на (рис. 3), то размеры частей на чертеже будут такими же, как и у модели. В этом случае говорят, что чертеж выполнен в масштабе один к одному, или в натуральную величину.

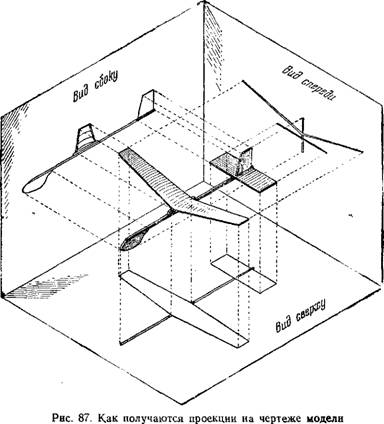


Рисунок 3. Как получаются проекции на чертеже модели.

Можно, однако, поступить и иначе: имея проекции, выполненные в натуральную величину, уменьшают все размеры в одинаковое число раз. Получается уменьшенное изображение модели также в нескольких проекциях. Если уменьшение сделано в 10 раз, то говорят, что чертеж выполнен в масштабе один к десяти (в одну десятую натуральной величины). Сокращенно это записывается так: М = 1:10.

На (рис. 2) показан чертеж описываемой схематической модели планера в масштабе 1:10. Имея его перед глазами, перейдем к постройке модели.

*Подготовка к постройке модели.* Наша модель планера строится из самых простых материалов. Для ее постройки нужно приготовить: сосновую дощечку толщиной 8—10 мм, несколько сухих сосновых реек (подходят рейки из авиамодельной посылки № 4), лист папиросной или тонкой писчей бумаги, катушку ниток, казеиновый или столярный клей и несколько небольших гвоздиков.

Из инструментов понадобятся: небольшой рубанок, острый нож, молоток, ножницы.

*Составление рабочего чертежа.* Прежде чем начать постройку модели, нужно начертить ее рабочий чертеж, т. е. чертеж в натуральную величину. На (рис. 4) он начерчен в масштабе 1:10. Точно такой же чертеж, но в натуральную величину нужно начертить на листе бумаги. Для работы удобнее вычерчивать не всю модель, а отдельные ее части. На (рис. 4) начерчены половинка крыла, киль и стабилизатор.

Чтобы начертить крыло, в верхней части листа бумаги проводят осевую линию (пунктир на рис. 4) длиной 400—450 мм. Затем на левом конце осевой линии проводят перпендикулярно к ней еще одну линию длиной 130—150 мм. Откладывают по этой линии вверх и вниз от осевой по 60 мм — это будут концы средней (центральной) нервюры. На расстоянии 125 мм от первой линии проводят такую же и на таком же расстоянии вторую и третью линии. Они указывают место расположения нервюр крыла. На последнем перпендикуляре, отстоящем от первого на 375 мм, откладывают по 35 мм вверх и вниз — это будут концы крайней нервюры крыла. Наклонные линии будут обозначать края кромок крыла, а пересечения их с остальными двумя перпендикулярами дадут размеры средних двух нервюр.

На (рис. 4) указана длина каждой нервюры и ширина концевой части крыла. После того как кромки крыла будут начер­чены, ясно определится форма половинки крыла. Теперь можно все линии еще раз обвести карандашом, сильнее нажимая на него. Все лишние линии надо стереть резинкой, чтобы получился чистый чертеж крыла.

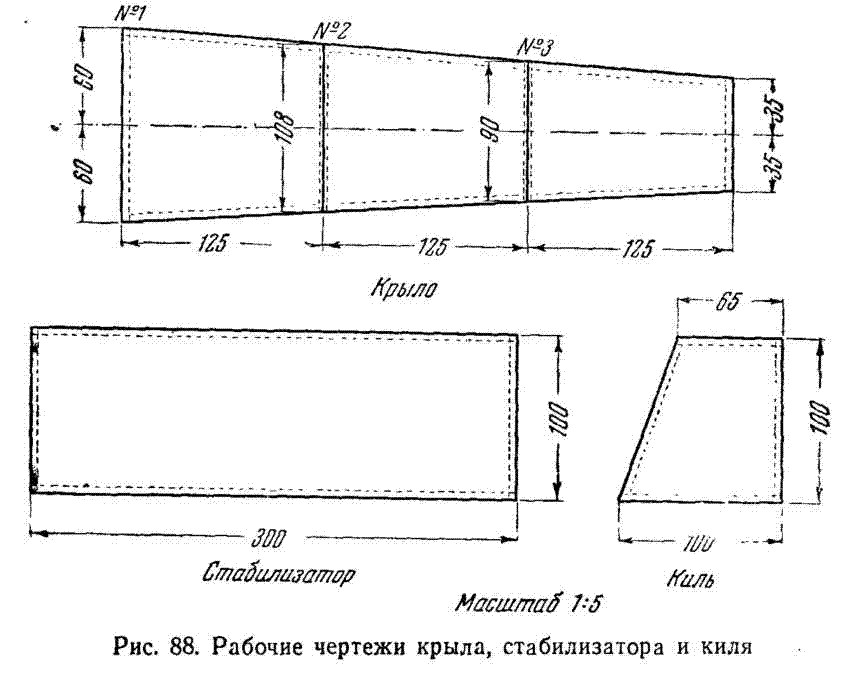


Рисунок 4. Рабочие чертежи крыла.

Стабилизатор имеет простую форму, и начертить его не представляет трудности. Его можно чертить целиком — это займет немного места. Так же легко начертить и киль. Труднее начертить груз (рис. 5), но эту трудность можно обойти, начертив груз, близкий по форме к показанной на нашем рисунке. Небольшое изменение форм грузика не ухудшит летных качеств модели. Но все же важно, чтобы грузик имел размеры: по высоте 60 мм и но длине 185 мм. Более точно грузик можно начертить по клеточкам, как указано на (рис. 5). (Таким образом, можно перечерчивать, одновременно увеличивая во много раз, любые фигурные детали).

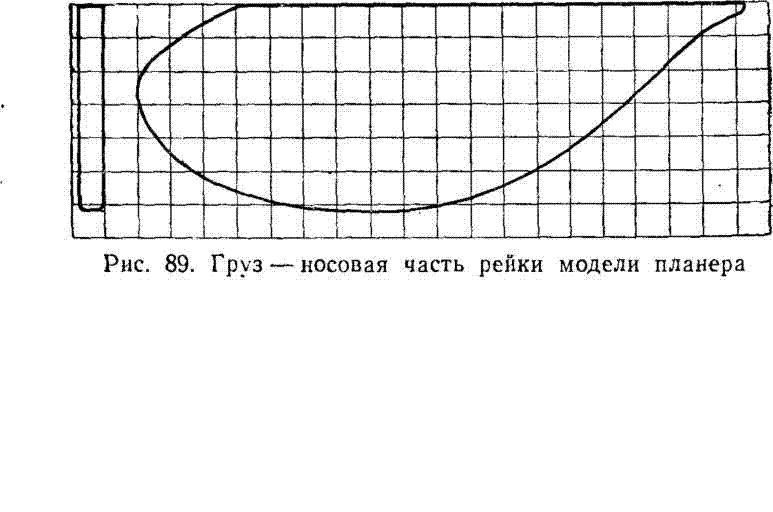


Рисунок 5. Груз — носовая часть рейки модели планера.

После того как все детали модели начерчены, а лишние линии стерты, надо аккуратно проставить все размеры, сверяя их с рис. 4. Рабочий чертеж готов. Можно переходить к постройке модели.

*Изготовление рейки.* Постройку модели нужно начинать с изготовления рейки. Для этой цели можно использовать готовую рейку из посылки. Если рейка окажется толще, чем нужно, ее следует обстрогать рубанком до толщины 5X10 мм и зачистить мелкой шкуркой. Строгают толстые репки па столе или специальном верстаке. Один конец репки, положенным на верстак, должен упираться в сделанный заранее упор. Обстругивать рейку надо постепенно, снимая с нее топкую стружку и следя за тем, чтобы сечение ее было прямоугольным, размером 5x10 мм.

Если рейки из авиамодельной посылки нет, ее можно отпилить от основной доски, а затем выстрогать. Для этого выбирают прямослойную доску толщиной 10—15 мм, без сучков. Такая доска позволяет обойтись без пилы - она легко колется на тонкие рейки (лучины). Колоть доску нужно маленьким топориком или большим ножом (косарем). Выбрав из полученных лучин подходящую по размерам, обстругивают ее рубанком и обрабатывают шкуркой. Готовая рейка должна быть прямой. Если этого почему-либо не получилось, надо выровнять ее над огнем.

Из дощечки толщиной 8—10 мм и шириной не менее 60 мм вырезают грузик, пользуясь ранее изготовленным чертежом. Для этой цели можно форму грузика перечертить на дощечку при помощи копировальной бумаги или переколоть. Вырезать грузик можно ножом, но лучше лобзиком. Так как толщина грузика не должна превышать 8 мм, то предварительно нужно дощечку довести до необходимой толщины рубанком. После того как грузик вырезан, края его, кроме верхнего, нужно слегка закруглить и зачистить шкуркой; верхняя часть грузика должна быть плоской, так как к ней прибивается рейка на трех гвоздиках длиной 20—25 мм; место соединения предварительно промазывают клеем.

В заднем части рейки ножом вырезают две канавки на расстоянии 100 мм одна от другой. Первую канавку нужно прорезать на расстоянии 10 мм от заднего конца рейки. Эти канавки необходимы для установки и крепления кромок стабилизатора.

***Контрольные вопросы:***

1. Дайте определение слову парение.
2. Дайте определение слову планирование.
3. От чего зависит дальность полёта планера?
4. Устройство схематической модели планера?
5. Что такое чертеж модели?
6. Какую роль играет стабилизатор?

Задание на практическое занятие:

Самостоятельно изготовить шаблоны фюзеляжа, киля, руля направления.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Планеры».

1. Что такое леер;
2. Какие проекции на чертеже модели вы знаете;
3. В чем заключается подготовка к постройке модели.

**Тема: «Планеры»**

Урок №21

Теоретический материал

*Детали крыла.* Постройку крыла начинают с наиболее простой части — планки. Она нужна для установки крыла на рейке под определенным углом. Форма и размеры планки показаны на (рис. 6). Планка изготовляется из сосновой рейки при помощи рубанка и ножа. Передний край планки делают высотой 10 мм, задний — 6 мм. На расстоянии 120 мм друг от друга в верхней стороне планки прорезают две канавки прямоугольной формы, размером 5X3 мм. С нижней стороны под этими канавками прорезают небольшие полукруглые канавки для ниток. Готовую планку тщательно зачищают шкуркой.

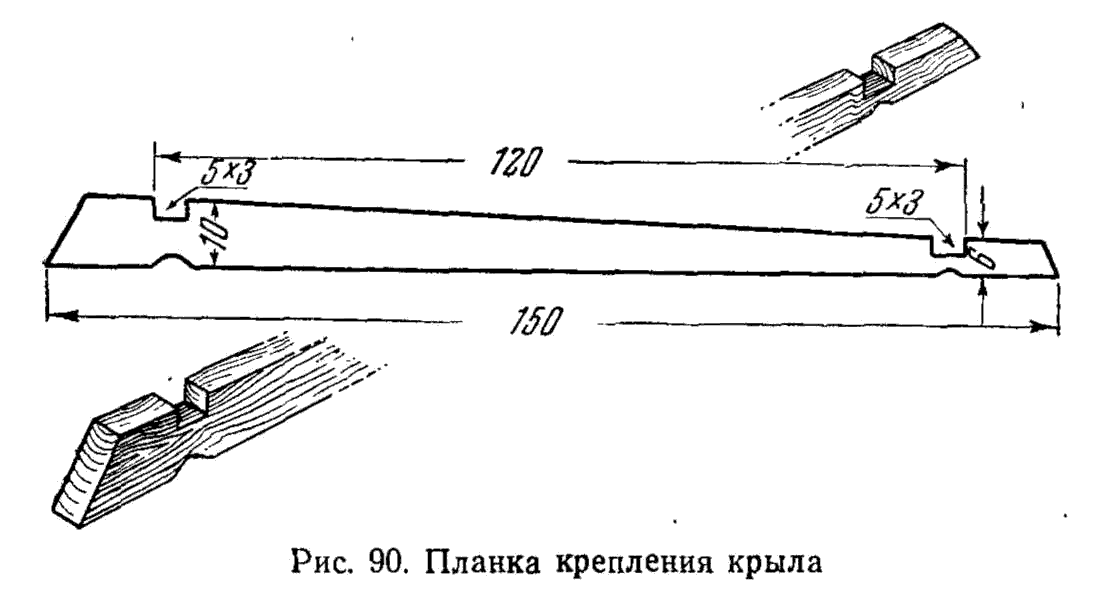


Рисунок 6. Планка крепления крыла.

Для изготовления крыла понадобятся тонкие рейки сечением 5 X 3 мм и 5 X 1,5 мм. Такие рейки выстрагивают рубанком из тонких лучинок или подходящих планок, взятых из посылки.

Строгать тонкие рейки нужно более осторожно и аккуратно, чем толстые. Нельзя, строгая рейку, упирать концом в упор, как при строгании толстой рейки, так как тонкая рейка в таком случае легко сломается. Ее нужно держать левой рукой у заднего конца и вести рубанком правой, только вперед от левой руки. Для более точного соблюдения размеров сечения реек и большего удобства можно строгать рейки путем «протягивания». Для этого нужно к столу или верстаку прибить две полоски фанеры толщиной 5 мм. (Если такой фанеры нет, можно применить более тонкую фанеру, положив под нее несколько слоев плотной бумаги.) Полоски фанеры прибивают так, чтобы между ними осталась канавка шириной 8—10 мм.

При строгании рейку устанавливают на канавке. Сверху ее прижимают рубанком, после чего, удерживая рубанок, рейку тянут назад (рис.7). Эту работу лучше выполнять вдвоем: один придерживает рубанок, другой протягивает рейку. Протягивать рейку нужно несколько раз, пока, наконец, рубанок перестанет брать стружку. Это укажет на то, что рейка получилась нужной толщины.

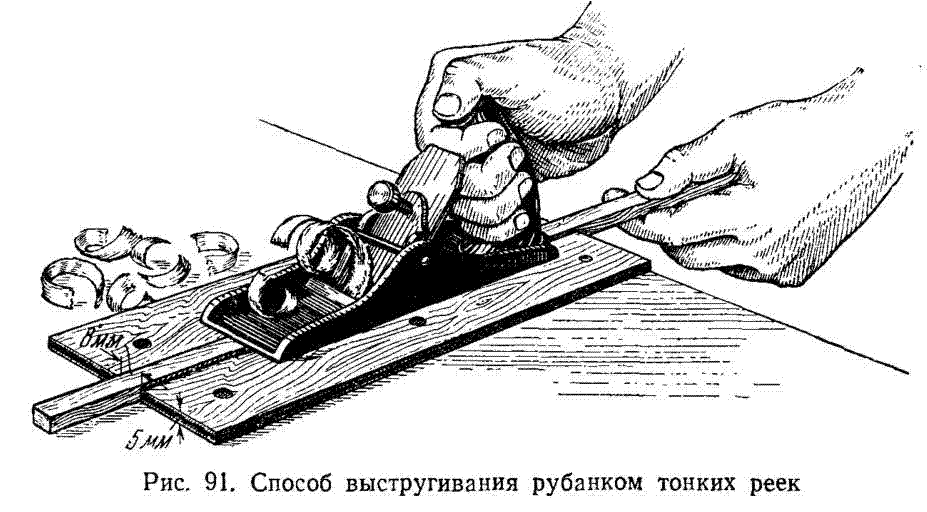


Рисунок 7. Способ выстругивания рубанком тонких реек.

Вынув ее из канавки, поворачивают рейку на 90° и закладывают в канавку между двумя другими фанерными полосками, толщина которых подбирается в соответствии с необходимыми размерами сечения рейки. Для кромок крыла ширина канавки должна равняться примерно 5 мм, а толщина фанерных пластин — точно 3 мм.

Рейки для передних и задних кромок выстругиваются длиной около 800 мм, с запасом. Наложив их на чертеж крыла и отметив середину, изгибают кромки в этих местах над пламенем спиртовки или над свечой.

Деревянные детали лучше всего изгибать над электрическим паяльником. Кромки крыла в центре изгибаются вверх — под углом 15° и назад — в соответствии с чертежом крыла (см. рис. 8). Чтобы дерево при изгибании не загоралось, его в месте изгиба нужно смочить водой. Не следует спешить гнуть кромку до того, как она прогреется: после прогревания она гнется легче. Кромку не следует держать над пламенем долго на одном месте, иначе вода быстро испарится и дерево начнет гореть.

Не следует также стремиться получить изгиб под острым углом; вполне допустим плавный изгиб кромок крыла.

Для нервюр нужно взять реечки длиной 200—250 мм и тол­щиной 5 X 1,5 мм и изгибать их в соответствии с чертежом (рис.9).

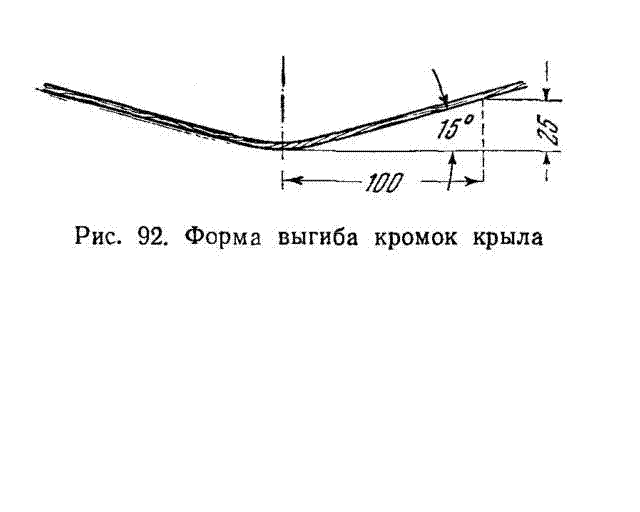


Рисунок 8. Форма выгиба кромок крыла.

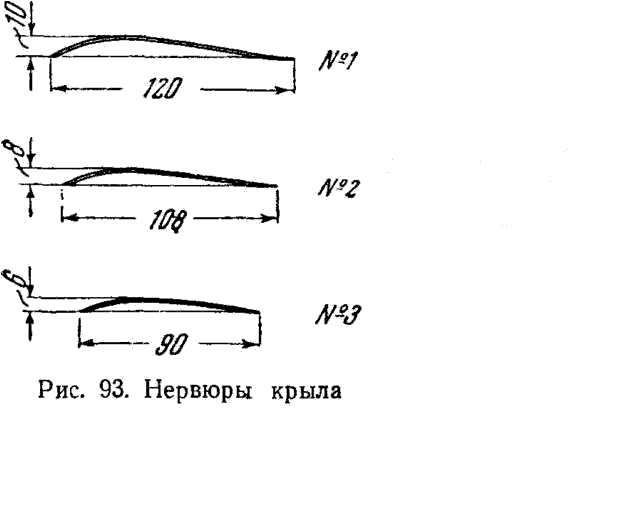


Рисунок 9. Нервюры крыла.

*Сборка крыла.* Прежде чем начать сборку крыла, нужно на обеих кромках разметить карандашом места, где будут находиться нервюры. Кромки устанавливают в пазы, прорезанные в планке и предварительно промазанные клеем. Обе кромки тщательно приматывают нитками к планке (рис. 10).

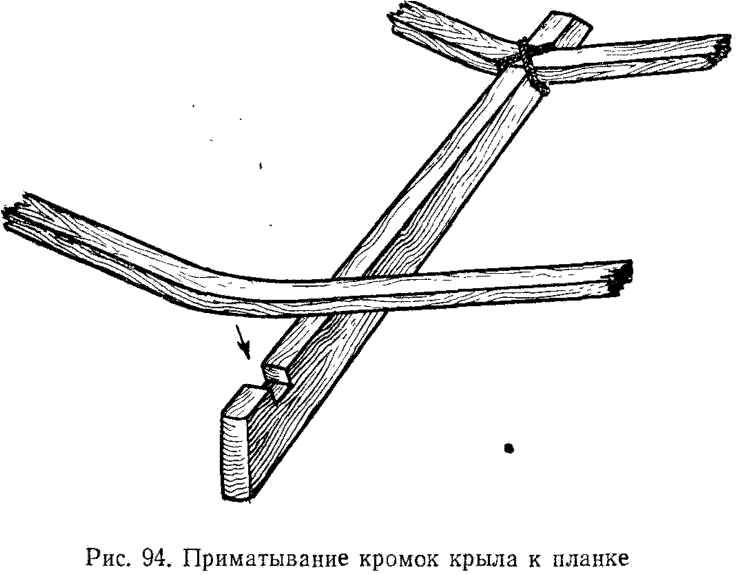


Рисунок 10 Приматывание кромок крыла к планке.

Из реек сечением 5 X 1,5 мм по чертежу делают две (плоские) концевые нервюры. Кончики нервюр заостряют ножом в виде клина. Концы кромок расщепляют лезвием ножа и в расщелины вставляют концевые нервюры, предварительно промазав места соединения клеем (рис.11). Все другие нервюры, имеющие выгиб, подгоняют по длине точно по' чертежу. Кончики каждой из них также заостряют.



Рисунок. 11. Установка концевой нервюры крыла.

Кромки крыла в местах, где должны находиться нервюры, прокалывают концом ножа и в проколы вставляют смазанные клеем нервюры (рис.12). Затем все стыки еще раз промазывают клеем, устраняют перекосы, после чего крыло укладывают на ровный стол для просушки.

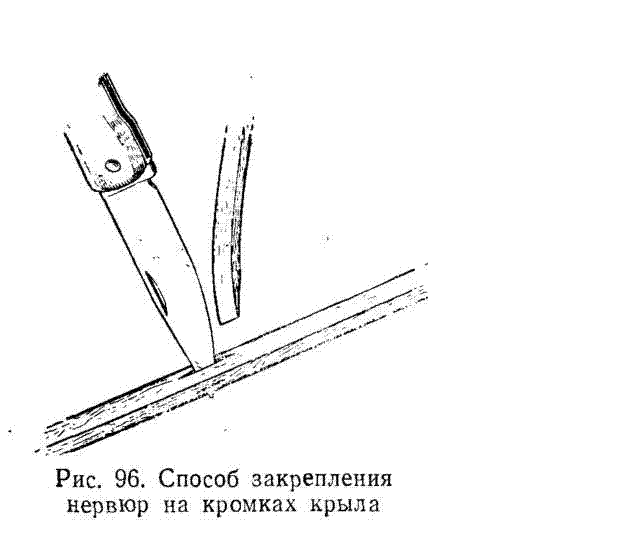


Рисунок 12. Способ закрепления нервюр на кромках крыла.

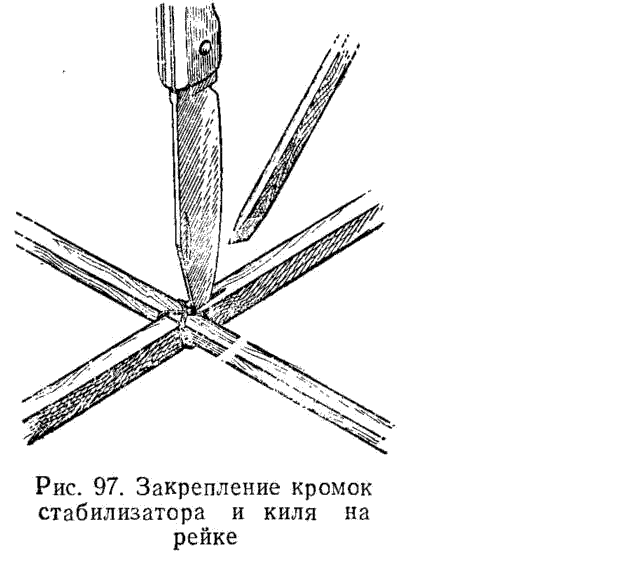


Рисунок 13. Закрепление кромок стабилизатора и киля на рейке.

*Сборка хвостового оперения.* Пока крыло сохнет, из оставшихся реечек толщиной 5X3 мм изготовляют переднюю и заднюю кромки стабилизатора и киля. Размеры кромок должны точно соответствовать чертежу. Вставив кромки стабилизатора в пазы, прорезанные в задней части рейки и смазанные клеем, так же как и раньше, привязывают кромки к рейке тонкими нитками (рис. 13). Затем из реек сечением 5 X 1,5 мм делают концевые нервюры и закрепляют их так же, как у крыла. Промазав стыки стабилизатора еще раз клеем, дают стабилизатору просохнуть.

Тем временем заостряют в виде клина концы передней и задней кромок киля. Острием ножа проделывают в рейке щели (рис. 13), в которые и вставляют заостренными концами кромки киля, промазав их клеем. В заключение устанавливают концевую нервюру киля, как это делали у стабилизатора, и еще раз все места соединения промазывают клеем.

После полного просыхания готовых деталей модели нужно тщательно проверить, нет ли перекосов, и устранить их. Перекосы крыла и стабилизатора устраняются путем осторожного закручивания их в сторону, противоположную перекосу. Если крыло после такой процедуры все же останется перекошенным, то его нужно выпрямить над пламенем спиртовки, прогревая кромки и нервюры и одновременно закручивая крыло в сторону, противоположную перекосу.

Только после окончательного выравнивания крыла и хвостового оперения можно считать каркас модели законченным.

*Обтяжка модели*. Перед обтяжкой модели весь каркас нужно осторожно очистить шкуркой от грязи, которая могла налипнуть на кромки и нервюры при сборке и устранении перекосов. Обтягивать модель лучше папиросной или тонкой писчей бумагой. Приклеивать обтяжку нужно жидким казеиновым или столярным клеем.

Обтяжку модели начинают с хвостового оперения. Отлезают такой кусок бумаги, чтобы его хватило на половину стабилизатора и одну сторону киля. Одну половину стабилизатора и одну сторону киля намазывают клеем. Часть рейки, находящуюся между кромками стабилизатора, надо также намазать клеем. Натянув бумагу в разные стороны, накладывают ее сперва на стабилизатор, а затем на киль. При этом надо следить, чтобы бумага везде хорошо приклеилась (рис.14).

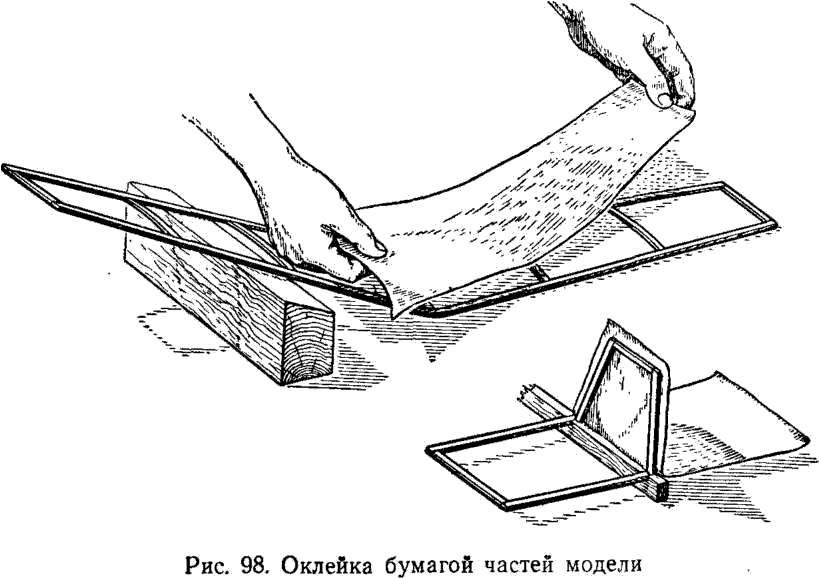


Рисунок 14. Оклейка бумагой частей моделей.

Так же обклеивают вторую половинку стабилизатора и другую сторону киля. Таким образом, стабилизатор оказывается обтянутым с верхней стороны, а киль с обеих сторон.

После просыхания клея лишнюю бумагу счищают шкуркой или срезают ножом.

Крыло обтягивают так же, как и хвостовое оперение. Сначала обтягивают одну половинку, от центральной нервюры до края, потом другую (рис. 14). Обтягивать одновременно две половинки крыла одним листом нельзя: обязательно получатся морщины. При обтяжке крыла надо следить, чтобы обтяжка хорошо приклеивалась к нервюрам. Лишнюю бумагу, так же как и при обтяжке хвостового оперения, счищают шкуркой или срезают ножом.

*Подготовка к запуску.* Прежде чем укреплять крыло на рейке, надо определить местоположение центра тяжести рейки с хвостовым оперением.

Для этого, положив рейку на ребро линейки или лезвие ножа и передвигая вправо и влево рейку, добиваются ее равно­весия. Отмстив на рейке карандашом место, где расположен центр тяжести, устанавливают на рейку крыло. Крыло закрепляют на рейке нитками или тонкой (1X1 мм) резиной так, чтобы центр тяжести находился точно под первой третью ширины центральной части крыла (т. е. на расстоянии 40 мм), если ее отсчитывать от передней кромки.

*Регулировка и запуск.* Что такое регулировка? В процессе сборки модели стремятся придать ей правильную центровку и устранить всякую не симметрию, перекосы и т. п. (рис. 15). Но так как все это делают на глаз, то, конечно, трудно получить точную симметрию и полное устранение перекосов. Поэтому приходится выпускать модель в полет и по характеру ее полета судить о правильности сборки, вносить поправки, а потом опять запускать модель и снова уточнять сборку, вносить изменения в положение частей модели. Это и называется регулировкой модели.

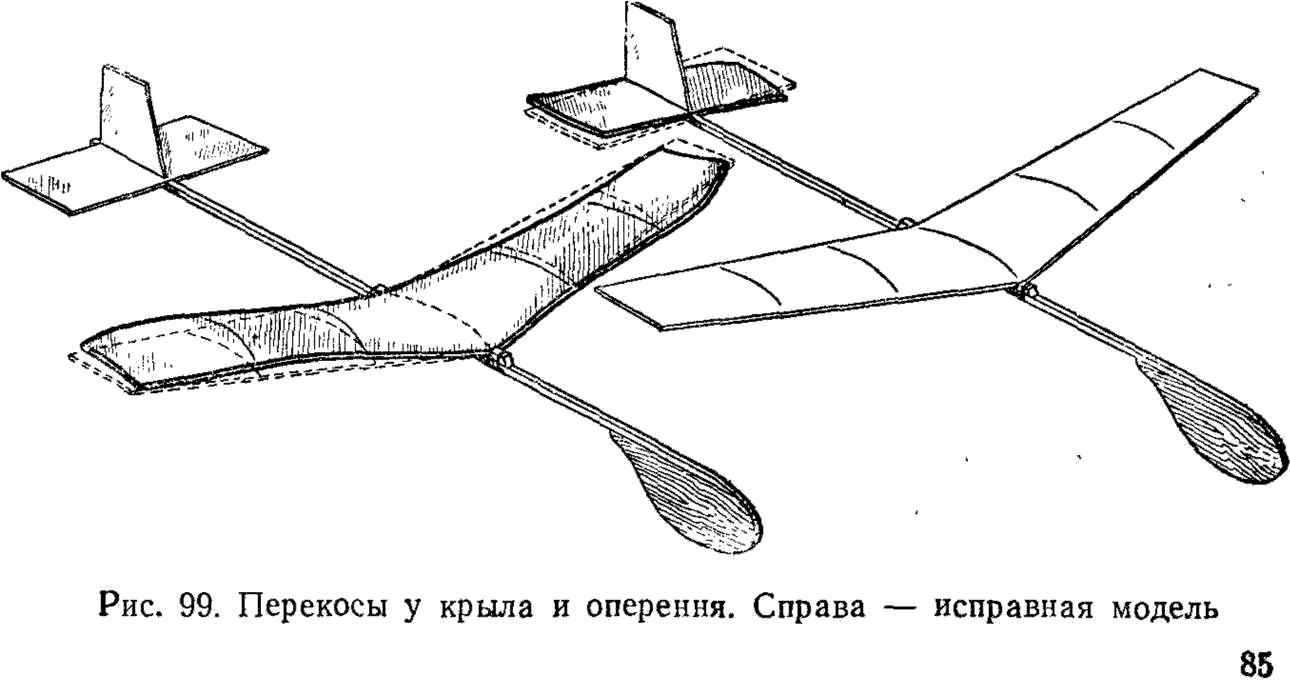


Рисунок 15. Перекосы у крыла и оперения. Справа — исправная модель.

Регулировать модель лучше в безветренную погоду, а пускать модель надо стоя. При запуске модель следует держать правой рукой за рейку — под крылом и немного позади центра тяжести. Пускают модель, наклонив ее немного вниз и толкая ее плавно и не сильно. Сильный толчок заставит модель взмыть вверх и может привести к ее поломке (рис. 16). При слабом толчке модель перейдет в крутое пикирование. Нормальным можно считать такой полет, когда модель при запуске с руки пролетает 15—20 м, а полет ее происходит плавно.

Иногда модель летит, описывая волны, то взмывая, то пикируя (рис. 16). Такой полет является следствием неправильной установки крыла: надо, положив под заднюю часть планки кусочек картона или спичку, уменьшить угол атаки крыла.

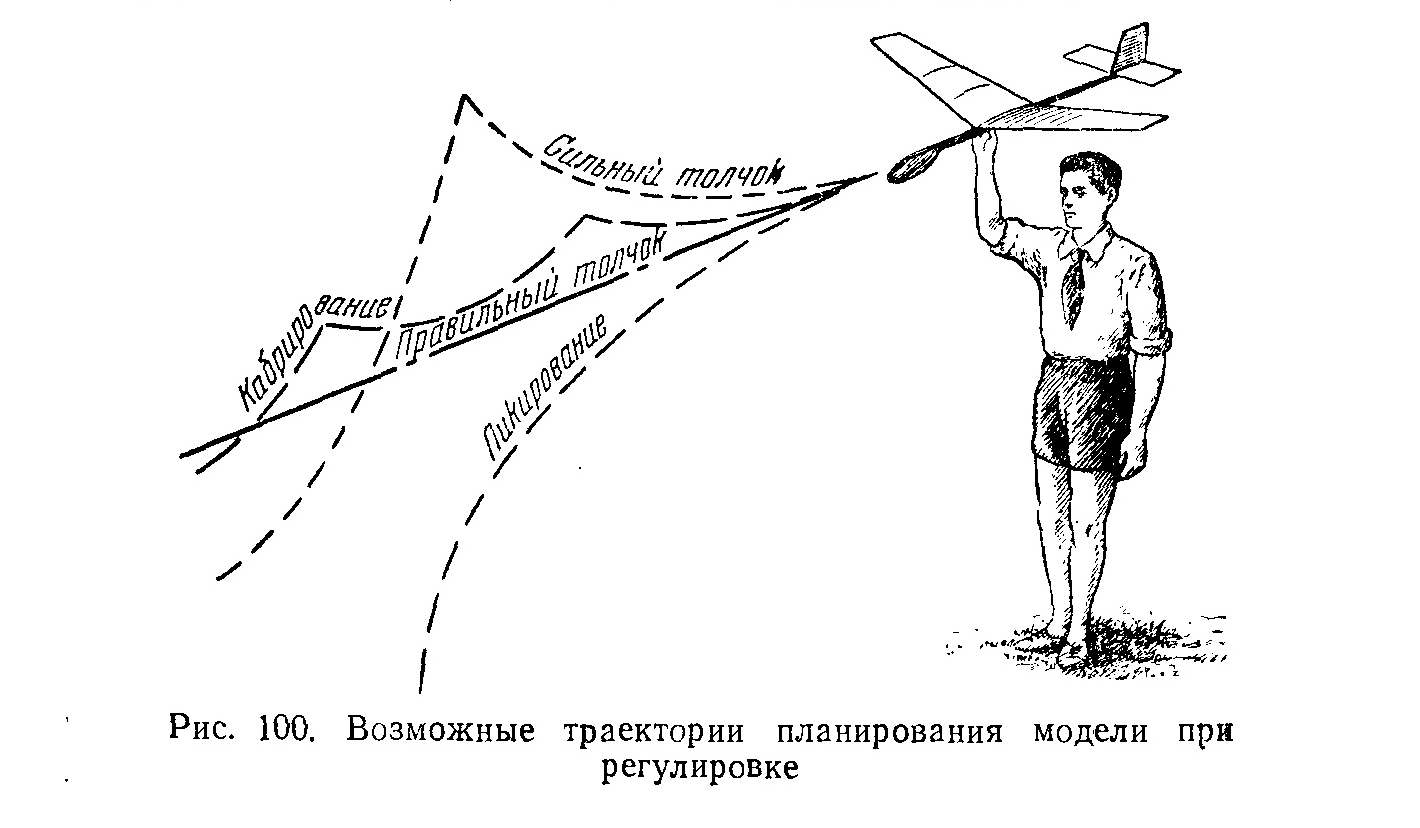


Рисунок 16. Возможные траектории планирования модели при регулировке.

Если модель при хорошо подобранном толчке все же пикирует, нужно увеличить угол установки крыла. Если же модель при планировании летит по кривой — заворачивает в сторону, это указывает на перекос крыла или хвостового оперения или другую не симметрию сборку. В таких случаях надо внимательно проверить правильность сборки модели. Правильно собранная модель летает плавно и без разворотов.

После предварительной регулировки модель можно запускать с возвышенности — холма, склона и т. п.

*Запуск на леере.* Самым интересным является запуск модели планера на леере. Для легкого планера леер делают из катушечных ниток № 10 или 30. К концу нитки привязывают кольцо из проволоки толщиной 1 мм или даже канцелярскую скрепку. На расстоянии 5—10 см от кольца укрепляют кусочек цветной материи (рис. 17); это помогает легче заметить момент отцепления леера от модели.



Рисунок 17. Запуск модели планера на леере.

В круге: катушка ниток, служащих леером, кольцо и лоскут яркой материи.

Запуск с леера выполняется двумя моделистами: помощник разматывает метров 30—40 леера и держит его большим и указательным пальцами левой руки; смотав с катушки еще полтора-два метра нити, он перекладывает катушку в правую руку. Так держать леер нужно для того, чтобы при сильном порыве ветра нитка могла проскакивать между пальцами левой руки, которые служат как бы тормозом, смягчающим рывок, от порыва ветра. Если пренебречь этой предосторожностью, порыв ветра может сломать крылья модели.

Авиамоделист выпускает модель вверх под большим углом (рис. 17). Помощник в этот момент бежит с леером против ветра, стараясь при этом наблюдать за полетом модели. Если модель начинает крениться или бросаться из стороны в сторону, ему следует бежать медленней.

При сильном крене и при опускании носа модели вниз катушку надо бросить, после чего модель должна самостоятельно выровняться, а леер отцепиться. При правильном взлете модели на леере она поднимается вверх, как воздушный змей. Когда модель наберет высоту, примерно равную длине леера, кольцо соскочит и модель отцепится.

В ветреную погоду кольцо леера нужно цеплять за первый крючок, в тихую погоду — за второй, расположенный ближе к центру тяжести.

Освоив запуск модели на коротком леере, можно ее запускать на леере длиной 100—150 и более метров; в этом случае хорошо сделанная модель планирует до трех минут.

***Контрольные вопросы:***

1. Как происходит регулировка модели планера?
2. Как производиться подготовка к первому запуску планера?
3. С чего начинают обтяжку модели планера?

Задание на практическое занятие:

Сборка деталей и запуск планера.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Планеры».

1. Что такое крыло, какую функцию оно несет;
2. Из каких материалов и какими инструментами можно изготовить планер;
3. Что такое нервюры крыла, какую функцию несут они;
4. Принцип запуска планера на леере.

**Тема: «Бумеранги»**

Урок №22

Теоретический материал

История возникновения бумерангов. Среди множества вещей, пришедших к нам из глубокой древности, таких, как колесо, топор, стрела, бумеранг занимает особое место. Чтобы изготовить его, безвестному древнему изобретателю пришлось немало потрудиться. Ведь законы полета бумеранга стали известны лишь в последнее столетие, с появлением авиации.

Историческая родина бумеранга остается по-прежнему под вопросом.

Насколько известно сегодня, первая запись о бумеранге как таковом появилась на французском языке 12 декабря 1802 года. Британский морской офицер Франсис Луи Баралье (француз по происхождению) упоминает бумеранг в сноске к истории о том, как он искал дорогу в Синих горах, к западу от Сиднея. Баралье писал: «Они бросают его на землю или в воздух, заставляя его вращаться вокруг своей оси, да с такой скоростью, что уследить, когда он возвращается на землю, невозможно; слышен только свист рассекаемого воздуха». Примечательно, что Баралье не упоминает никакого названия, просто пишет: «кусок дерева в форме полукруга».

Считается, что бумеранг впервые показал колонистам абориген по имени Бунгари в Сиднее. Но и до него многие наблюдали полет бумеранга к западу от Сиднея. Неудивительно, что среди колонистов поползли слухи об оружии, способном поразить кенгуру и вернуться в руки охотника (любому, знакомому с законами физики, очевидна невозможность такого события). В общем, бумеранги были известны, но имени они не имели.

Причина в том, что «большая часть аборигенов Австралии не знала возвращающихся бумерангов, и к тому же у них не было единого языка и письменности. Существовало 500-600 диалектов, в каждом из которых инструменты и оружие имели собственные названия. Например, возвращающийся бумеранг назывался «bigram» у одних, и «barragadan» у других народов. Слово «бумеранг» появилось только в 1822 году, в результате записи со слуха речи аборигенов племени Турувал (языковая группа Даруг). В их устах это слово звучало как «бу-мар-ранг». Кстати, слово «коала» пришло из того же языка Даруг.

Из других источников, название «бумеранг» впервые зафиксировали английские моряки в 1875 году. Оно происходит от восклицания наблюдателя за полётом удивительного снаряда: «Оу-мурранг» - «Я этого не понимаю!» То есть бумеранг - это «нечто непонятное».

Бумеранг появился практически одновременно во многих странах и на нескольких континентах. Человек приспособил его для метания намного раньше лука, даже раньше пращи. Как полагают исследователи, создали бумеранг случайно, метнув обломок сука изогнутой формы или аналогичный корень дерева. Судя по раскопкам, аналоги бумеранга были известны многим народам. Вполне возможно, что в Австралии они сохранились только потому, что там не был изобретён лук -гораздо более эффективное оружие охоты и войны.

Бумеранг использовался аборигенами как игрушка для детей и излюбленный спортивный снаряд для молодежи - будущих охотников. В играх и соревнованиях с бумерангом охотно участвовали и взрослые. Лишь в одном случае его применяли для охоты: устраивая облавы на стаи птиц, аборигены натягивали над землей сети, затем бросали бумеранг. Крутясь над землей, он летел со страшным свистом, вспугнутые птицы взлетали и запутывались в сетях.

Проследим историю бумеранга на других континентах и странах. Энциклопедия "Про все на свете". История бумеранга

Европа. Самые старые находки метательного оружия из дерева принадлежат периоду Палеолита и датируются 5000 - 1800 годами до н. э. Основная особенность бумерангов тех времен - их принадлежность к элитным кастам военных лидеров. Сateia (кельтское слово) - изогнутое оружие с характерной способностью возвратиться, который использовался Галлией и Тефтонцами.

В Греции обычно использовали подобное оружие с термином «lagobolon» - металка на зайцев.

Народы севера. Северная Скандинавия: изогнутое метательное оружие из древесины известно начиная с Молодого Каменного века (приблизительно 5000 до н.э)

Урал: Находки датируются со времени 2000 до н.э

Африка. В Северной Африке, постоянное использование бумерангов может быть доказано от Неолитического Возраста (приблизительно от 6000 до н.э) до недавнего прошлого. Деревянные палки металки и бумеранги были характерным элементом старой культуры охотников степи. В Марокко, возвращающийся бумеранг использовали для игр. А также как ритуальный предмет, богато расписанный и украшенный драгоценностями.

После введения железа (приблизительно 600 лет до н.э) такое оружие постепенно отошло.

Египет. В древнем Египте бумеранги хоть и использовали как оружие в сражениях, реальное применение они все же имели на охоте и в ритуалах. Особенно благородные Египтяне использовали их для охоты на птицу. В ритуалах бумеранг имел достоинство оружия богов. Ритуальные росписные бумеранги из слоновой кости, найденные недалеко от могилы Тутанхамона, датируются приблизительно 1340 до н.э.

Ближний восток. На Ближнем Востоке (приблизительно от 3000 до н.э) использовали бумеранги как оружие, подчеркивающее принадлежность своего хозяина к правящей династии. Само такое оружие служило больше символом власти, чем применялось конкретно. Форма таких бумерангов и богатая роспись на них, казалось, не были подходящими для практического использования. Большинство доказательств было найдено в пределах ассирийских и вавилонских областей. Некоторые исследователи утверждают, что австралийский бумеранг был получен из вавилонского оружия богов.

Индия. На севере древней Индии метательное деревянное оружие использовалось для охоты. На юге - для войны. Постепенно дерево уступило место железу и слоновой кости. К настоящему времени, бумеранг потерял свое применение как оружие и стал предметом культа. Символику возвращающегося бумеранга мы находим в легендах Индии - удар молнии, например, возвращается в руки бога после того, как он бросил это.

Америка. В Америке метательное оружие было незаменимым для охоты. Особенно это касается Юго-Западной части Северного материка. Но распространяясь севернее оно все более превращалось в топор. Бумеранг хорошо знали в Мексике, а бразильские шаманы используют его и в настоящее время.

Океания и Австралия. На Юге Целебес, летающие палки использовали, чтобы изгнать птиц из полей риса. На Центральном Целебесе, Java и Суматре и также в Квинсленде, их делали из бамбуковых осколков, в перевязке (крестообразная форма).

Самая древняя «бумерангоподобная» находка была обнаружена на территории Польши (пещера Oblazova в центральных Карпатах), ее возраст насчитывает более 20 тысяч лет, причем это метательное орудие было изготовлено из бивня мамонта. Эксперименты с репликой этой древности, сделанной из современных материалов, показали великолепные «летные» качества орудия.

Таким образом, не только в Австралии бумеранг имеет более чем 20-тысячелетнюю историю. Бумеранг выступал как оружие для охоты и защиты от врагов Ученые признают бумеранг не просто оружием, а первым в мире летательным аппаратом. Это действительно так: предмет, который весит больше воздуха, способен не только лететь, но и возвращаться в точку вылета. Бумеранг использовали для игр. А также как ритуальный предмет, богато расписанный и украшенный драгоценностями.

Бумеранг в современном мире. Австралия - сегодня главная страна бумерангов. В настоящее время метание бумерангов различных типов является одним из самых популярных видов спорта у жителей Австралии. Наряду с кенгуру и другими сумчатыми животными, встречающимися только на пятом континенте, бумеранг стал местной достопримечательностью. Целая отрасль австралийской промышленности занята изготовлением спортивных, игрушечных и сувенирных бумерангов.

Они пользуются широким спросом как местных любителей, так и многочисленных туристов, приезжающих в Австралию. Но самые лучшие бумеранги - кустарные; их изготавливают наиболее опытные метатели - виртуозы этого вида спорта. Применяемый ими материал - главным образом искривленные корни и сучья, но встречаются бумеранги из стеклопластика, прессованной фанеры и ударопрочных пластмасс.

По этому экзотическому виду спорта проводятся своеобразные чемпионаты мира, собирающие со всех концов земли приверженцев древнего боевого искусства. Мировые достижения действительно поражают: например, мировой рекорд на дальность броска (в категории long distance, LD) составляет 238 м, а рекорд продолжительности полета (maximum time aloft, MTA) - 2 минуты 59,4 секунды.

Конструкции спортивных бумерангов чрезвычайно разнообразны - это легкие (10-20 г) классические «угловые» крылья, трех-, четырех- и многолопастные пропеллеры и тому подобные формы, вплоть до совершенно немыслимых «закорючек».

Чемпионаты проводятся на удивительном треугольном поле, специально приспособленном для этого красивого вида спорта. Основа разметки поля - это концентрические круги диаметрами 2,4,6,8,10,20,30,40 и 50 метров. Центральный круг - диаметром 2 метра, называется "бычий глаз" - возможно, это исторически пошло от охотничьих корней бумеранга. Как раз в «бычьем глазу» происходит самое главное таинство - встречи с возвращающимся бумерангом, точнее, должно происходить. В том и состоит мастерство метателя, чтобы постараться поймать свою рукотворную птицу не выходя за пределы 2-метрового круга.

***Контрольные вопросы:***

1. Какая страна является родиной бумерангов?
2. Предназначение бумерангов в древности?
3. К какому периоду принадлежат самые старые находки метательного оружия из дерева?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Бумеранги».

1. С появлением, какого материала такое оружие как бумеранг постепенно отошло?
2. Символом чего служили бумеранги у разных народов?
3. Какой формы были найдены древние бумеранги?

**Тема: «Бумеранги»**

Урок №23

Теоретический материал

Большая часть охотничьих и военных бумерангов австралийцев были именно невозвращающимися. Происхождение австралийских бумерангов можно вести от плоских деревянных дубинок и мечей «баггоро» которые в какой-то мере пригодны для использования и как метательное оружие. Эти дубинки часто плоские, но далеко не всегда имеют изгиб. Те дубинки, которые нередко называют «бумерангами», а также «бумерангами-мечами», «боевыми бумерангами», «уонна», «мурравири» или бумерангами «типа лоангаль», уже имеют некоторый изгиб, который помогает при метании, но они способны только на прямолетящий полёт. Они большие и тяжёлые: длина — 65—130 см, иногда и больше роста человека, вес — до 1—1,5 кг, а по внутренней стороне могут иметь ещё и острозаточенную кромку. Данное оружие использовалось больше как военное, но иногда и как охотничье, для охоты на кенгуру и эму. Их могут использовать как двуручные дубинки, например, для отбивания копий. Бросают боевые бумеранги горизонтально или прямо по цели, или стараясь, чтобы он ударился одним концом о землю за 20—25 м от цели, а затем отскочил в цель. Именно подобные бумеранги имеют или имели аналоги во многих частях мира.

Бумеранг-крюк. В эту же категорию можно включить и несимметричные дубинки с плоским утолщением на одном конце, за счёт чего они имеют несколько большую ударную силу. Один тип несимметричного бумеранга приспособлен исключительно для охоты на рыбу. Он плоский, короткий, но довольно широкий с одной стороны и сужающийся с другой, что напоминает запятую. Способен пробить полметра водной толщи. В настоящее время это орудие изготовляют и из железа. Иногда именно его называют «каили (англ.)» или «кайли», но, на самом деле, «каили» (kylie, kiley, kyley, koilee) — это просто название бумеранга на языке племени noongar в Западной Австралии. Сейчас данное слово иногда применяется вместо всемирно известного «бумеранга».

Несимметричным является также бумеранг-крюк или клювообразный бумеранг. У аборигенов он называется «ватиликри». Последний был распространён у племён внутренней части Австралии, например, у диэри и арунда. Он почти исключительно военное оружие. Его также могли бросать с отскакиванием от земли, но так, чтобы он взлетел почти вертикально. Брошенный в воина, прикрытого щитом, этот бумеранг способен зацепиться за край щита и нанести удар за ним. При бросании обратной стороной мог, при попадании, например, в плечо, поразить спину острым крюком. Но он применялся и на охоте, так как при удачном броске мог сбить сразу несколько птиц в стае.

Дубинка-бумеранг лиль-лиль. Вторая группа — бумеранги уже имеющие аэродинамический профиль лопастей: нижняя сторона более плоская, чем верхняя, задняя кромка более заострена — по сравнению с передней. Но они способные только отклоняться от прямолинейного полёта. При боковом ветре они даже могут поразить цель сбоку. Эти бумеранги тоже называют «боевыми». Они бывают разной длины, обычно более тяжёлые и с меньшим изгибом, чем возвращающиеся. Одна разновидность имеет два или реже три изгиба в разные стороны и острые концы. Его применяли не только при охоте на кенгуру, но и для охоты на рыбу на мелководье. Последняя разновидность известна как «кайли» (об этом термине см. выше).

Другой боевой бумеранг — «акулий зуб», с изгибом в 90° и также с острыми концами. Эти бумеранги бросают почти горизонтально, придавая естественное для броска палки вращение — вокруг вертикальной оси. При правильном броске оружие летит почти параллельно земле на расстояние до двухсот метров, что обеспечивает повышенную вероятность поражения какой-либо цели (обычная палка или камень могут поразить цель только вблизи места броска). В эту же категорию можно поместить бумеранг «лиль-лиль (нем.)» (лил-лил, ли-лил, бундж-джул, бол-лаир). Это несимметричная дубинка с почти круглой или же с плоской широкой и заострённой лопастью на одном конце, имеющей аэродинамический профиль (возможно, не всегда, так как это не везде отмечается). Повышенная ударная сила в нём сочетается со способностью отклоняться в полёте. Смысл применения отклоняющихся бумерангов в том, что они могут поразить цель с неожиданной стороны.

Возвращающиеся бумеранги. Его ещё называют «бумерангом для игр». Но считается, что он применялся также для охоты на мелких животных, особенно на водных птиц. Хотя имеются и опровержения этого на том основании, что подобная практика в реальности никогда не была зафиксирована.

Типичный возвращающийся бумеранг имеет расстояние между концами в 38—46 см и угол между плечами в 70—110 градусов. Форма возвращающегося бумеранга отличается от боевого большей изогнутостью, меньшей относительной толщиной и близостью профиля плеч-крыльев к профилю самолётного крыла. Размер и вес — поменьше, так что начальная скорость оказывается выше, чем у боевого. Его можно использовать для охоты на мелкую дичь, но основное исходное назначение — ритуальное, позднее — спортивное и развлекательное. Возвращающимся бумерангом австралийских аборигенов является также более редкий вид — крестообразный. Он представляет собой две прямые плоские палочки, скреплённые через отверстия волокнами.

Бумеранг способен пролетать дистанцию в 90 метров и подниматься на высоту до 15 метров.

Современные, не сувенирные бумеранги делают из дерева, фанеры, прочного пластика или лёгкого металла. Бросают возвращающиеся бумеранги иначе, чем боевые — вращение им придают в (почти) вертикальной плоскости.

***Контрольные вопросы:***

1. Какие виды бумерангов вы знаете?
2. Предназначение бумерангов в древности?
3. От чего произошло происхождение австралийских бумерангов?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Бумеранги»:

1. На кого охотились Австралийские аборигены с бумерангом?
2. Возвращается и не возвращающиеся (боевые) бумеранги, в чем отличие?
3. Бумеранг-крюк какую особенность он имел?

**Тема: «Бумеранги»**

Урок №24

Теоретический материал

*Устройство бумеранга.*Бумеранг изготавливается из любого материала бумага, пластик, деревянных реек, для последнего подойдет сосновые или березовые рейки. В последнем случае бумеранг будет летать дальше, но и ловиться при этом будет больнее.

*Принцип полёта.*Какие силы действуют на бумеранг, брошенный горизонтально и вращающийся в вертикальной плоскости? Из-за несимметричности профиля плеч (рис. 1) у него, как и у крыла самолета, возникает подъемная сила F. Кроме того, на плечо бумеранга действует еще сила сопротивления воздуха Q, которая стремится развернуть его.

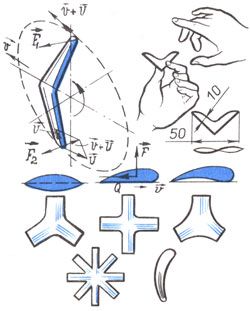


Рисунок 1. Силы, действующие на бумеранг.

Величина каждой из этих сил пропорциональна квадрату скорости, и понятно, что они не равны, если рассматривать два плеча. В верхней точке скорость полета бумеранга V складывается со скоростью вращения U, а в нижней вычитается.

Таким образом, бумеранг испытывает действие не только силы, но и момента М, от сил F1 и F2 стремящегося развернуть его вокруг горизонтальной оси. Но этого перемещения в действительности не происходит, потому что бумеранг, очень быстро вращаясь, приобретает устойчивость волчка или юлы. Как и у юлы, если приложить к ней возмущающий момент, у бумеранга возникает момент реакции М2.

Часто плоскость бумеранга, занимающая почти вертикальное положение в начале полета, в конце пути становится горизонтальной. Это объясняется тем, что момент М1 заставляет бумеранг все время поворачиваться, а момент М2 как бы укладывает его. Взаимодействием двух моментов и объясняется столь сложная траектория полета. Если бумеранг запустить с вдвое большей скоростью, то скорость наклона его плоскости также увеличится вдвое. В результате бумеранг опишет почти такую же кривую. Следовательно, диаметр ее не зависит ни от скорости вращения бумеранга, ни от его начальной скорости. Таким образом, длина пути модели — величина почти постоянная. Параметры орбиты пропорциональны моменту инерции, который тем меньше, чем легче бумеранг. Поэтому, чтобы при испытаниях в комнате он описывал малую орбиту, его нужно изготовить из бумаги.

И так приступим. Делаем бумеранг из бумаги.

Следующие инструкции подскажут, как сделать из бумаги бумеранг легко:

1. Вариант первый. Можно использовать не только офисные листы, но и коробку из-под хлопьев «Геркулес» или рисовой крупы. Данный метод считается самым простым, как сделать бумажный бумеранг. Применяя офисное полотно, вырежьте несколько одинаковых слоев и соедините их между собой клеем;
2. Расположите лист горизонтально и расчертите на оси X и Y (вертикальная и горизонтальная линии, которые соприкасаются посредине);
3. Соблюдая симметрию, нарисуйте приблизительно крылья будущей поделки. Проверьте их зеркальность при помощи линейки. Также идеальной пропорциональности можно добиться, если сделать одно крыло, вырезать его и приложить к оси, обведя два, три или четыре раза;
4. Вырежьте готовое изделие;
5. Загните каждое крыло на 25 миллиметров с правой стороны;
6. Проверьте, насколько хорошими аэродинамическими качествами на выходе обладает поделка;
7. Бросок осуществляется параллельно полу за один из концов.

Вариант второй. Техника оригами открывает широкий перечень возможностей, в том числе, как создать бумажный бумеранг своими руками. Использование древней японской техники не такое сложное, каким его преподносят для неподготовленного пользователя.

Поможет собрать из бумаги бумеранг схема (рис.1 и рис. 2):

1. Берется один лист А4, кладется горизонтально и режется в этом положении пополам. Для создания достаточно будет одной половинки;

2. Сгибаем отрезок пополам в ширину. Затем каждая половина сгибается посредине еще раз. Сложенные вдвое половинки заворачиваются треугольниками с левого края поделки;

3. Разворачиваем вновь лист и оставляем нетронутой только одну загнутую сторону. На развернутом полотне посредине появился ромб. Его необходимо сделать четче и направить все стороны наружу. Чтобы осуществить это, переверните поделку обратной стороной и все грани сделайте выпуклыми, нажимая на листок пальцами;

4. Переворачиваем заготовку в вертикальное положение так, чтобы ромб находится с левой стороны. Нижнюю половину ромба следует прижать к низу, после чего деталь начнет сгибаться влево буквой «Г»;

5. Чтобы упрочить конструкцию, необходимо подвести края к центральной оси. Загибаем правое крыло, благодаря чему появляется четкий прямой угол. Внутренняя сторона левого крыла загибается в кармашек, и корпус считается почти готовым;

6. Дело остается за малым: обеспечить остроту краев каждого крыла, благодаря чему повысятся аэродинамические свойства. Для этого сначала загните края каждой лопасти, затем разогните и согните внутрь.

При собирании, главное сохранять симметрию и пропорции, не пытаться сделать изделие «на глаз». Впрочем, знаний, как сделать бумажный бумеранг, недостаточно, поскольку нужно еще уметь с ним обращаться.

## Как стрелять из бумажного бумеранга? Основным способом, как стрелять из самодельной поделки, станет вертикальный бросок для Г-образных моделей и горизонтальный для трех- и четырехлопастных. Чтобы добиться успехов и перейти на более профессиональные модели, нужна практика. Ее обеспечат максимально дешевые бумажные и картонные изделия.

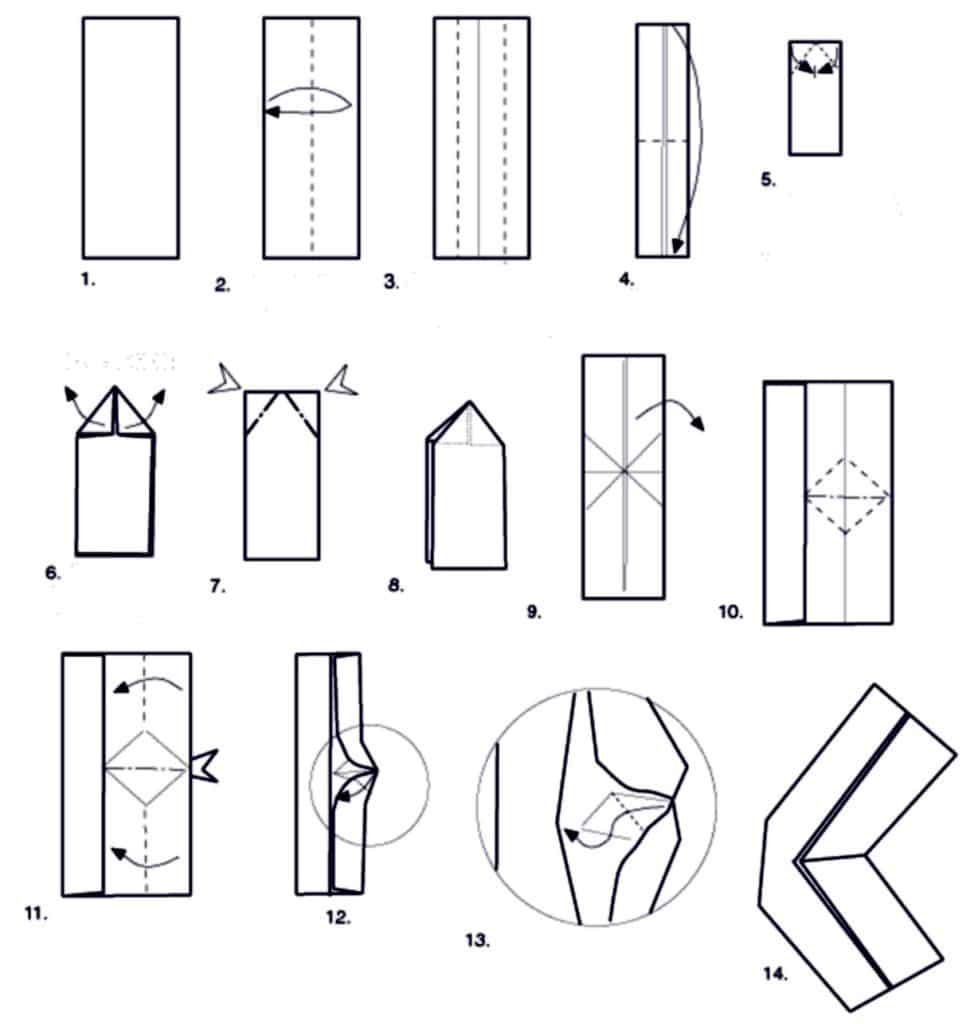


Рисунок 1. Схема бумеранг из бумаги в 21 этап.

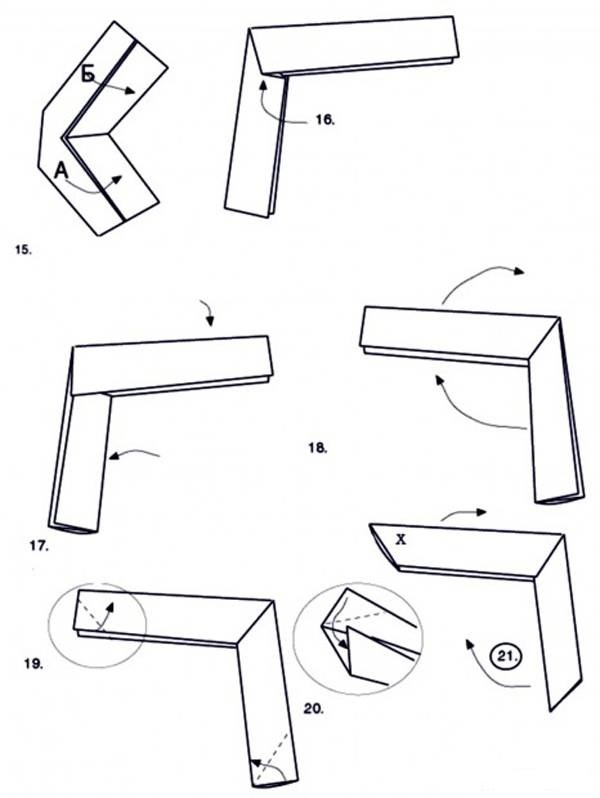


Рисунок 1. Схема бумеранг из бумаги в 21 этап.

***Контрольные вопросы:***

1. Какие материалы подходят для изготовления бумеранга?
2. Принцип полёта бумеранга, и какие силы на него действуют.
3. Какую технику безопасности нужно соблюдать при изготовлении бумеранга?

Задание на практическое занятие:

Сделать самостоятельно бумеранг из бумаги.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Бумеранги».

1. При помощи, какой Японской техники можно изготовить бумеранг?
2. Как стрелять из бумажного бумеранга?
3. При сборке бумеранга, что главное сохранять?

**Тема: «Бумеранги»**

Урок №25

Теоретический материал

Более дальнобойные бумеранги лучше делать из многослойной фанеры или картона. Такой бумеранг берут правой рукой за один из концов и чуть наклоняют влево выпуклую, сторону, оба конца модели направляют вперед или назад. Бросать его нужно вперед или чуть вверх, заставив быстро вращаться. Для этого резко замедляется заключительная фаза броска. При полете бумеранга сначала кажется, что он летит прямо, но вскоре его траектория отклоняется влево, а часто и вверх. Затем он делает широкую, почти округлую петлю и возвращается к месту запуска. Точность возвращения в значительной степени зависит от мастерства метателя.

Сделать бумеранг не сложно, ведь его умели делать еще аборигены, не имея под рукой ни материалов, ни инструментов, они даже не понимали, по каким законам работает бумеранг. В наши же дни эта задача будет легкой даже для новичков самодельщиков.

Рассмотренный ниже бумеранг способен возвращаться назад с вероятностью в 90%. Конечно многое зависит еще от техники запуска. Набравшись опыта, можно научить изготавливать качественные бумеранги за короткое время. Нужно лишь правильно подобрать угол крыла. Важно отметить, что запуск бумеранга может быть довольно опасным мероприятием и человека никто при этом не должен отвлекать. При возврате бумеранг может легко травмировать.

Материалы и инструменты для самоделки:

- защитная пропитка для древесины, а также краска;

- деревянная рейка.

Из инструментов будут нужны: нож, ножовка, кастрюля с кипящей водой, кисточка, клей ПВА (а лучше всего эпоксидная смола), малярный скотч либо изолента, напильники для дерева (обычный и рашпиль).

Процесс изготовления бумеранга:

Бумеранг изготавливается из деревянных реек, подойдет сосновая или березовая. В последнем случае бумеранг будет летать дальше, но и ловиться при этом будет больнее.

Хороший материал для его изготовления – восьми-миллиметровая фанера из ольхи. Нам понадобится кусок, размером 8 х 450 х 450 (мм).

Рассмотрим последовательность этапов выполняемых работ:

• подготовка шаблона для выпиливания

• изготовление профиля

• окраска и шлифовка

*Подготовка шаблона для выпиливания.* Нам понадобится циркуль, карандаш и транспортер. Координаты точек будем обозначать радиусом и углом. Посмотрим на рисунок 1.

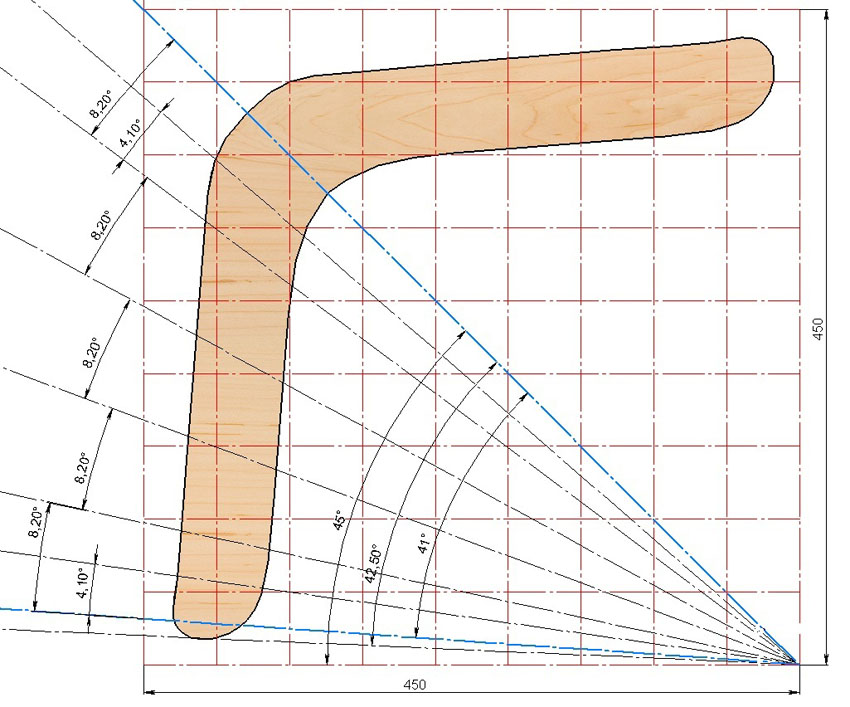


Рисунок 1. Шаблона для выпиливания.

Будем рисовать нижнюю часть бумеранга. Верхняя часть – это зеркальное отражение нижней части. Под нужными углами проведем линии сечений. Нарисуем окружности обозначенных радиусов рисунок 2. Точка пересечения окружности с линией сечения является точкой построения контура модели.

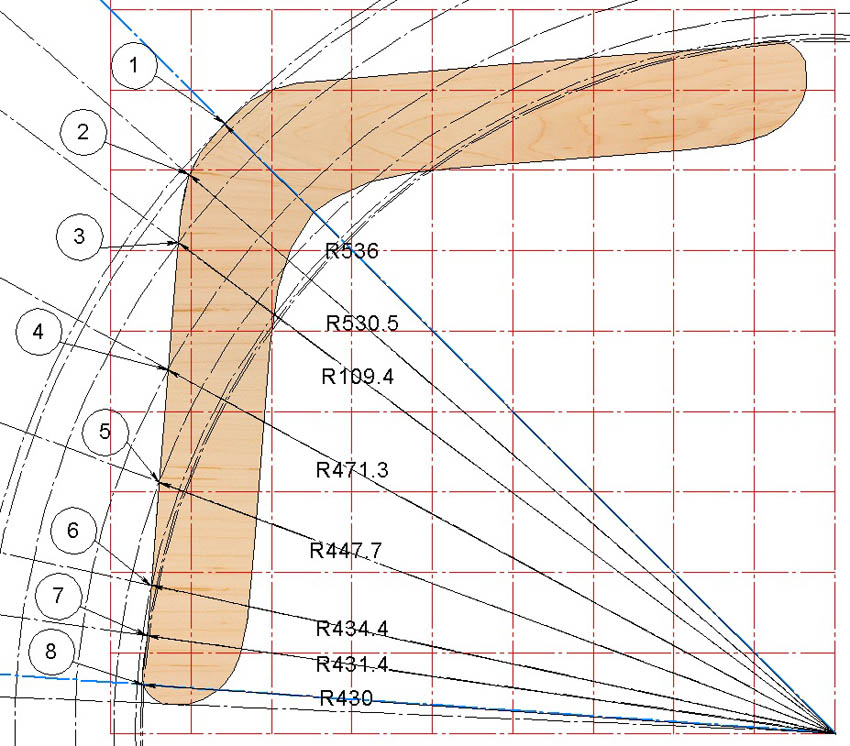


Рисунок 2. Шаблона для выпиливания с окружностями обозначенных радиусов.

Из построения чертежа, получилось восемь сечений:

• центральное сечение рисунок 3.

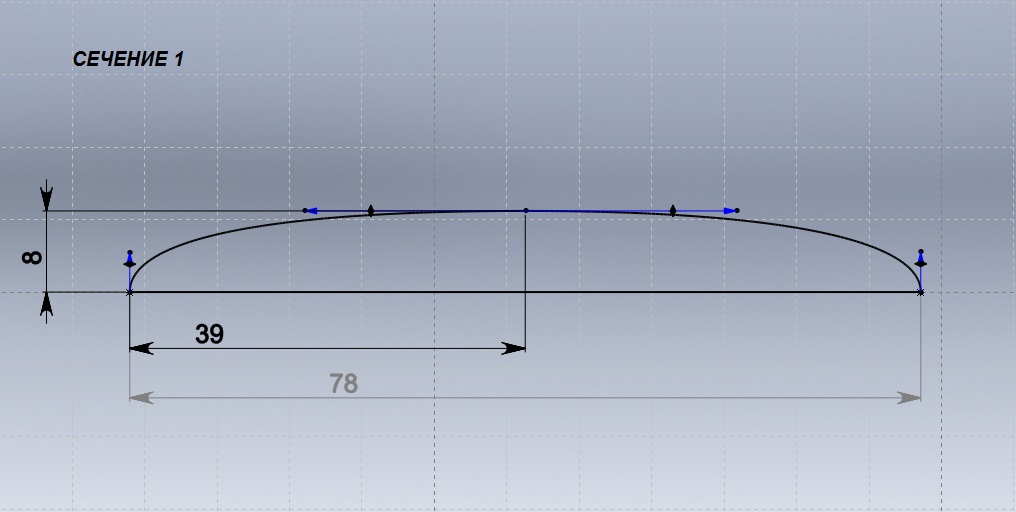


Рисунок 3. Центральное сечение.

• семь нижних сечений рисунок 4.

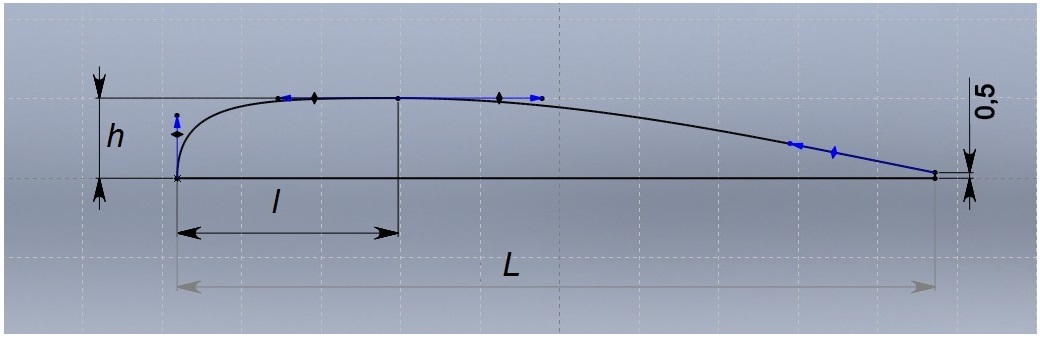


Рисунок 4. Нижнее сечение.

• семь верхних рисунок 5.

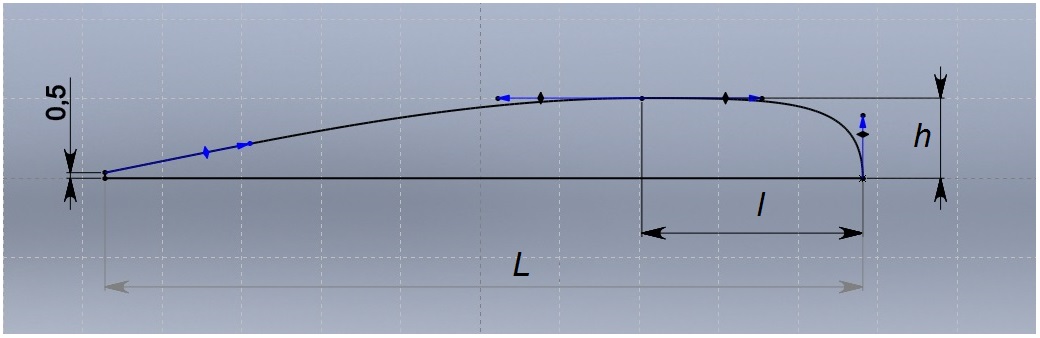


Рисунок 5. Верхнее сечение.

Если от значения радиуса, по его линии к центру провести длину сечения (L), то получим вторую точку построения на линии сечения.

Таблица значений геометрических размеров сечений в миллиметрах:

• 2 – L = 80 ; l = 23 ; h = 7,80

• 3 – L = 74 ; l = 22 ; h = 7,80

• 4 – L = 68 ; l = 20 ; h = 7,20

• 5 – L = 64 ; l = 19 ; h = 6,80

• 6 – L = 62 ; l = 18 ; h = 6,50

• 7 – L = 59 ; l = 17 ; h = 6,25

• 8 – L = 46 ; l = 16 ; h = 6,00

Построенный контур рисунок 6, выпилим электрическим или ручным лобзиком, затем выровняем торцевые грани.

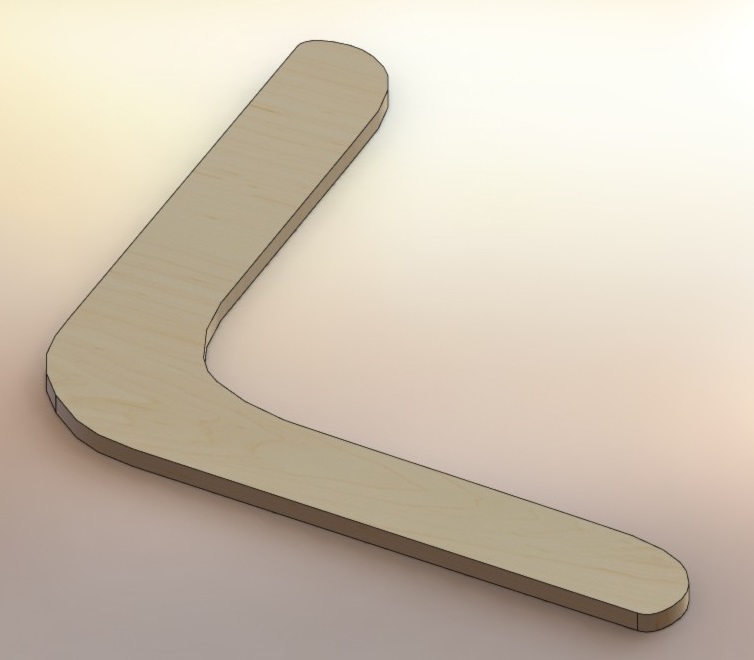


Рисунок 6. Построенный контур.

Переходим к изготовлению профиля.

1. Грубую обработку производим при помощи ручной шлифовальной машинки, набора рашпилей, наждачной крупнозернистой бумаги. На выпиленном шаблоне рисуем линию границы отбора материала рисунок 7.

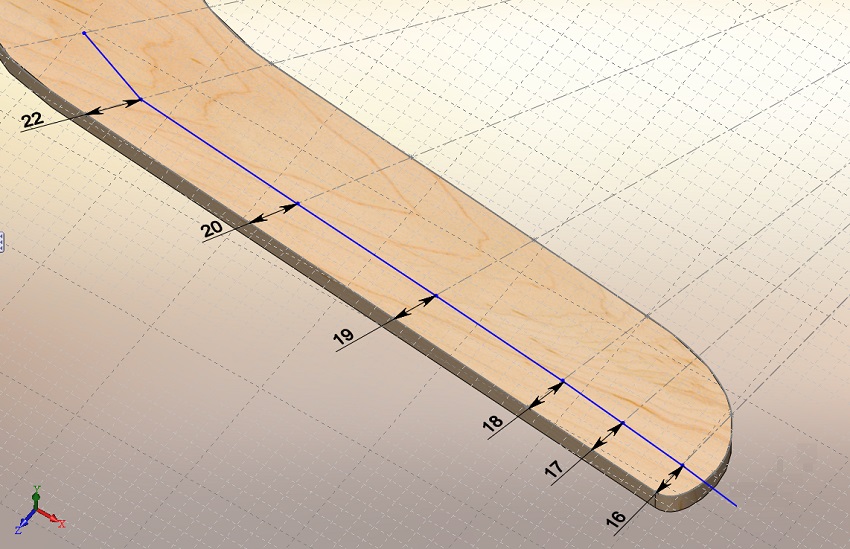


Рисунок 7. Линии границы отбора материала.

Точки контура ставим по линиям сечения, на расстоянии (l) снаружи от кромки шаблона

2. Убираем лишний материал:

- по ширине крыла рисунок 8.

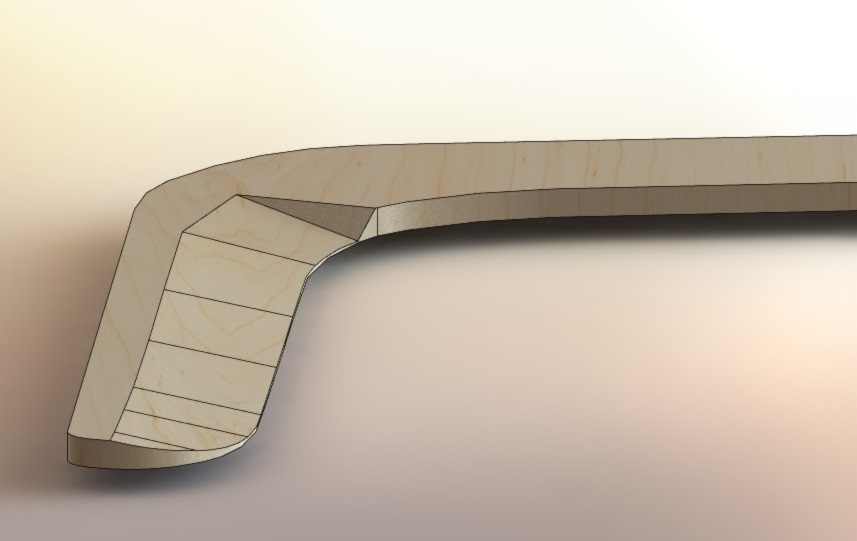


Рисунок 8. Отбор лишнего материала по ширине крыла.

- по длине крыла рисунок 9.

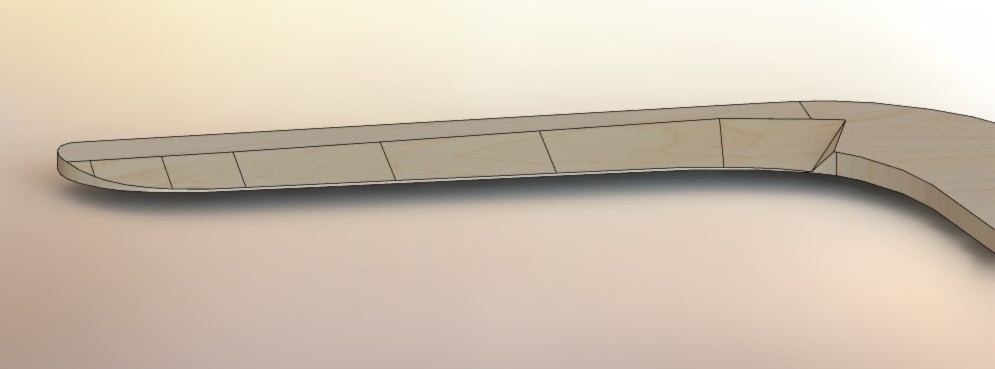


Рисунок 9. Отбор лишнего материала по длине крыла.

3. Аналогичную работу проделаем со вторым крылом, только точки контура ставим по линиям сечения, на расстоянии (l) с внутренней стороны кромки шаблона.

4. Тонкую обработку производим при помощи наждачной мелкозернистой бумаги, натянутой на ровную плоскость бруска. Обрабатывая поверхность, необходимо стремиться к идеальной форме сечения по всей длине крыла рисунок 10.

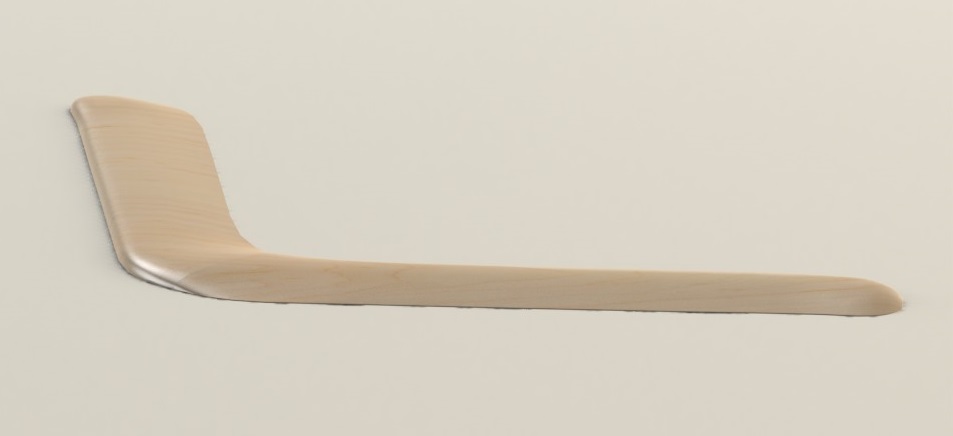


Рисунок 10. Обработанная поверхность бумеранга.

5. На завершающем этапе циклюем поверхность рисунок 11 при помощи небольшого куска стекла

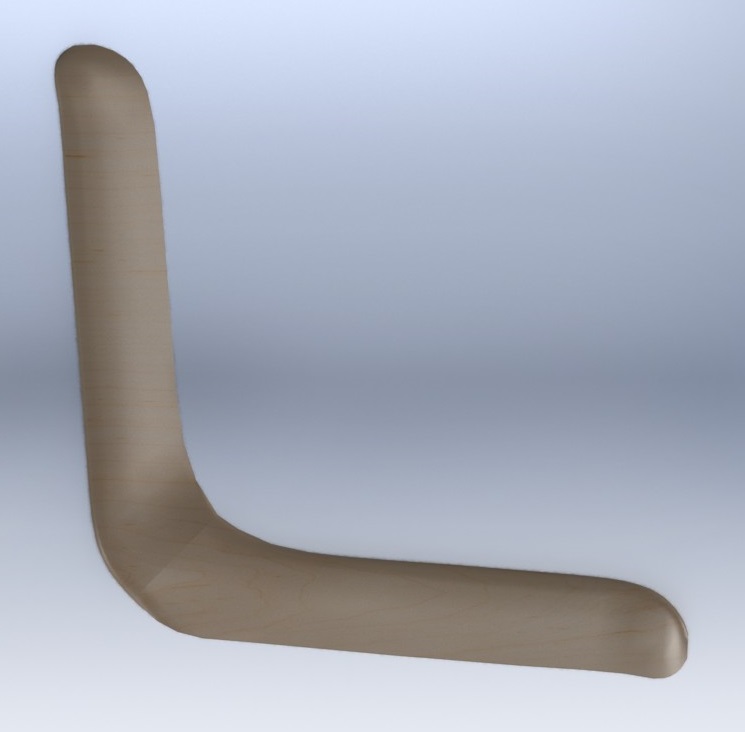


Рисунок 11. Обработанная поверхность бумеранга циклованием.

*Окраска и шлифовка.* Рекомендуем красить снаряд в яркие цвета, что бы он был хорошо виден в полете и в густых зарослях травы и кустарников рисунок 12.



Рисунок 12. Бумеранг перед покраской.

Как сделать бумеранг своими руками – на первый взгляд вроде ни чего сложного, но знайте, что качество снаряда и дальность его полета, напрямую зависит от качества изготовления профиля лопастей рисунок 13.

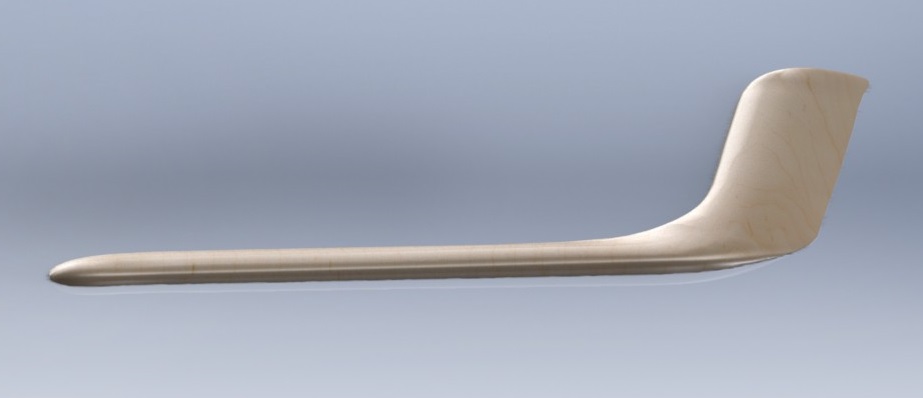


Рисунок 13. Бумеранг перед покраской.

Это интересно: длительность полета бумеранга, зафиксирована в пределах пятидесяти одной секунды; четырнадцать снарядов находилось в воздухе одновременно, запущенные друг за другом одним спортсменом.

***Контрольные вопросы:***

1. Из каких материалов делают дальнобойные бумеранги?
2. Перечислите этапы выполнения работ при изготовлении бумеранга?
3. Что такое шаблон и для чего он нужен при изготовлении бумеранга?

Задание на практическое занятие:

Самостоятельно изготовить бумеранг из дерева.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Бумеранги».

1. Сколько сечений мы учитываем при обработке контура бумеранга?
2. Процедура изготовления профиля бумеранга?
3. Как происходит тонкая обработка поверхности бумеранга?

**Тема: «Роторы и вертушки»**

Урок №26

Теоретический материал

**Ротор (вентилятор)** – приводимое двигателем или иным способом устройство для создания потока воздуха или другого газа.

**Вертушка** – устройство, вращающееся от порывов ветра.

Именно о них сегодня пойдет речь и о змеях. Вы спросите: можно ли найти что-то общее между этими совершенно различными аппаратами? Оказывается, можно… Дело в том, что змей летает благодаря создаваемой любым его элементом подъемной силе, будь то привычная пластина, коробчатая рама, обтянутая бумагой, или что-то другое. Короче — нужна подъемная сила. А для ее создания может в качестве «чего-то другого» подойти и воздушный винт, похожий на вертолетный, или колесо Магнуса. Что за колесо? Все по порядку…

Сейчас трудно сказать, когда они появились. Но если судить по публикациям, то с точностью до десятилетия установить можно - это сороковые годы нашего столетия: В это время изобретатели змеев уже имели возможность наблюдать за полетами вертолетов и автожиров. Так авиация возвращала свой долг - вспомните, что первые самолеты напоминали не что иное, как коробчатые змеи гигантских размеров.

Что же привлекло в них конструкторов? Конечно, не дополнительные трудности в изготовлении каркаса, вращающихся вертушек или лопастей - это можно отметить с уверенностью. Было тут что-то другое. И вот это "другое" скрывалось совершенно в новом качестве, которое приобретала вертушка или ротор. Вращаясь под действием набегающего потока воздуха, они создавали не только поверхность, играющую ту же роль, что и плоскость коробчатого или плоского змея. Благодаря наличию угла атаки с их помощью создавалась дополнительная подъемная сила, что позволяло при прочих равных условиях делать змеев меньших размеров. И еще, вращающиеся вертушки или лопасти придавали змеям дополнительную устойчивость - отчего у испытателей возникало меньше хлопот при их запусках. На нескольких примерах разберем, как удалось изобретателям змеев решить все эти проблемы.

Немецкий ученый Г. Магнус в 1852 roду обнаружил эффект обтекания воздухом вращающейся трубы: налетающая на трубу поперек ее оси струя отклоняется в направлении сращения. Были даже попытки использовать этот эффект на корабле: обычные паруса пробовали заменить высоченными пустотелыми трубами. Они вращались с помощью двигательной установки, и боковой ветер, отклоненный назад цилиндрами-парусами, создавал своеобразную реактивную тягу.

Но на змее ставить двигатель вроде бы и ни к чему, значит, надо решить задачу — как заставить барабаны крутиться. Опять обратимся к истории и вспомним, что некий Савониус был известен как изобретатель самовращающегося барабана. Он разрезал цилиндр вдоль оси пополам и сместил эти половинки друг относительно друга. Таким образом получилась вертушка, одна часть которой хорошо обтекается воздухом, а другая как бы загребает его своим «карманом», создавая сопротивление. Эта разница и заставляет барабан крутиться. Одновременно проявляется и эффект образования подъемной силы.

Давайте теперь, когда мы разобрались в возможности полета подобных змеев, попробуем их сделать на следующем занятии.

Для этого понадобятся сосновые рейки, плотная чертежная бумага, нитки и клей. Запаситесь еще несколькими канцелярскими скрепками или тонкими гвоздями.

Итак, начнем со змея-вертушки. Он показан на рисунке 1.

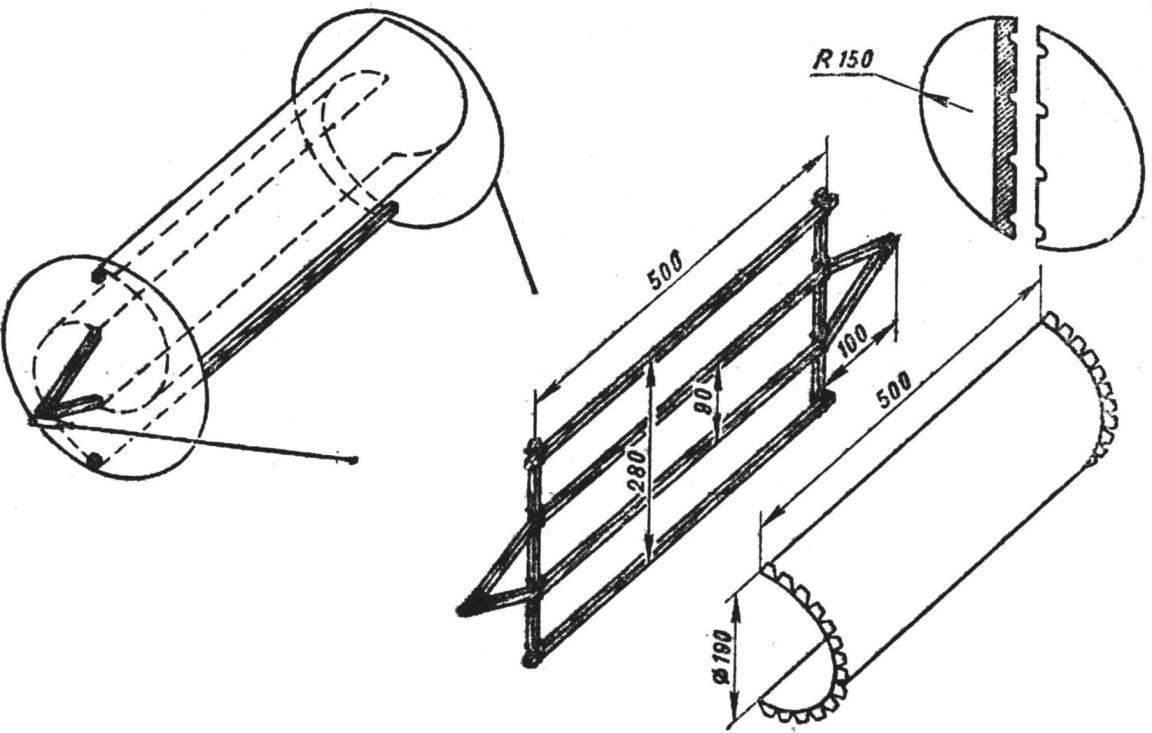


Рисунок 1. Змей-вертушка и его детали.

Нарежьте рейки для рамки. Их сечение 4×4 мм. Все рейки соединяются с помощью ниток и клея. Когда рамка будет готова, привяжите к ее отрезки проволоки (скрепки), на которых будет вращаться сама вертушка. На эти оси нужно надеть небольшие петли из жести для уздечки. Концы осей загните или припаяйте к ним жестяные шайбы так, чтобы петли не сваливались.

Теперь возьмите кусок ватмана и вырежьте из него четыре полуокружности. В каждой нужно сделать по четыре выреза под рейки и затем на рамке попарно склеить листы бумаги, чтобы образовались две круглые щеки. Замерив расстояние между ними, приготовьте прямоугольники из ватмана с нарезанными по двум краям зубцами. Отогнув их, можно вклеить получившиеся «лопасти» между щеками.

Собрав змей, попробуйте запустить его. Лучше это делать, когда появится умеренный ветер. Не забудьте только о хвосте, который нужен и для этого змея. При запуске вертушку располагайте всегда так, чтобы она как бы накатывалась на ветер, для чего «карман» любой лопасти должен ловить воздух снизу змея.

Если вам не нравятся развевающиеся хвосты, можно избавиться от них, сцепив вместе несколько вертушек. Такая гирлянда, повисшая в небе, будет смотреться очень интересно, особенно если вы расцветите бумагу, например, гуашью или акварельными красками.

По такому же принципу можно построить и другую вертушку. Она показана на рисунке 2.

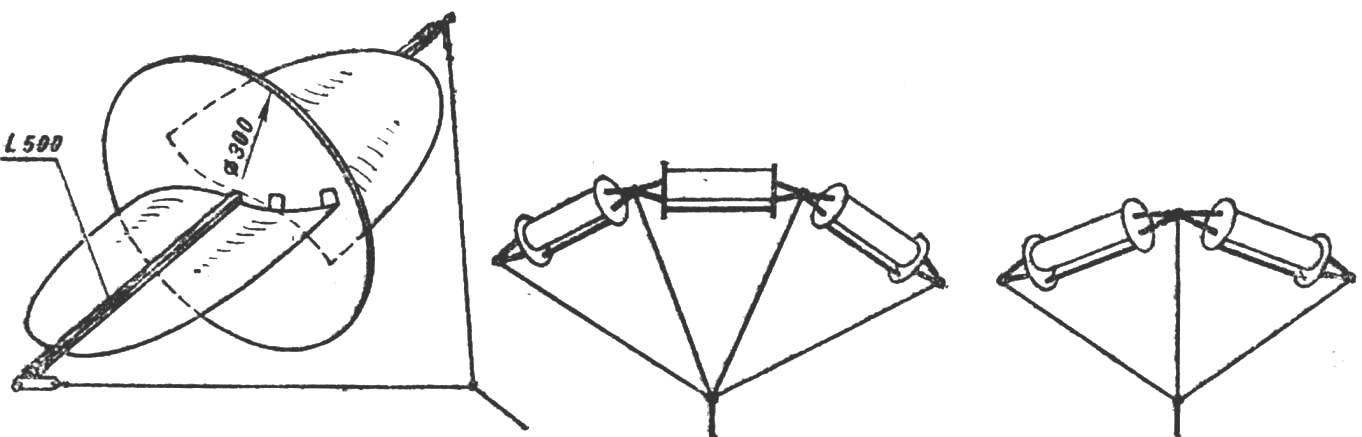


Рисунок 2. Змей-вертушка упрощенной конструкции.

Основное ее отличие — отсутствие рамки, которая заменена одной рейкой. Да и щека одна. Ее лучше вырезать из картона, в котором пробито отверстие под рейку-лонжерон — к ней приклеиваются отогнутые язычки лопастей. Сами лопасти приклеены к лонжерону, причем предварительно согнуты по форме буквы

Следующие два змея тоже представляют собой вертушки, только построенные уже по вертолетной схеме. У них подъемная сила создается вращающимися воздушными винтами.

Внимательно рассмотрев рисунок 3, нарежьте рейки.

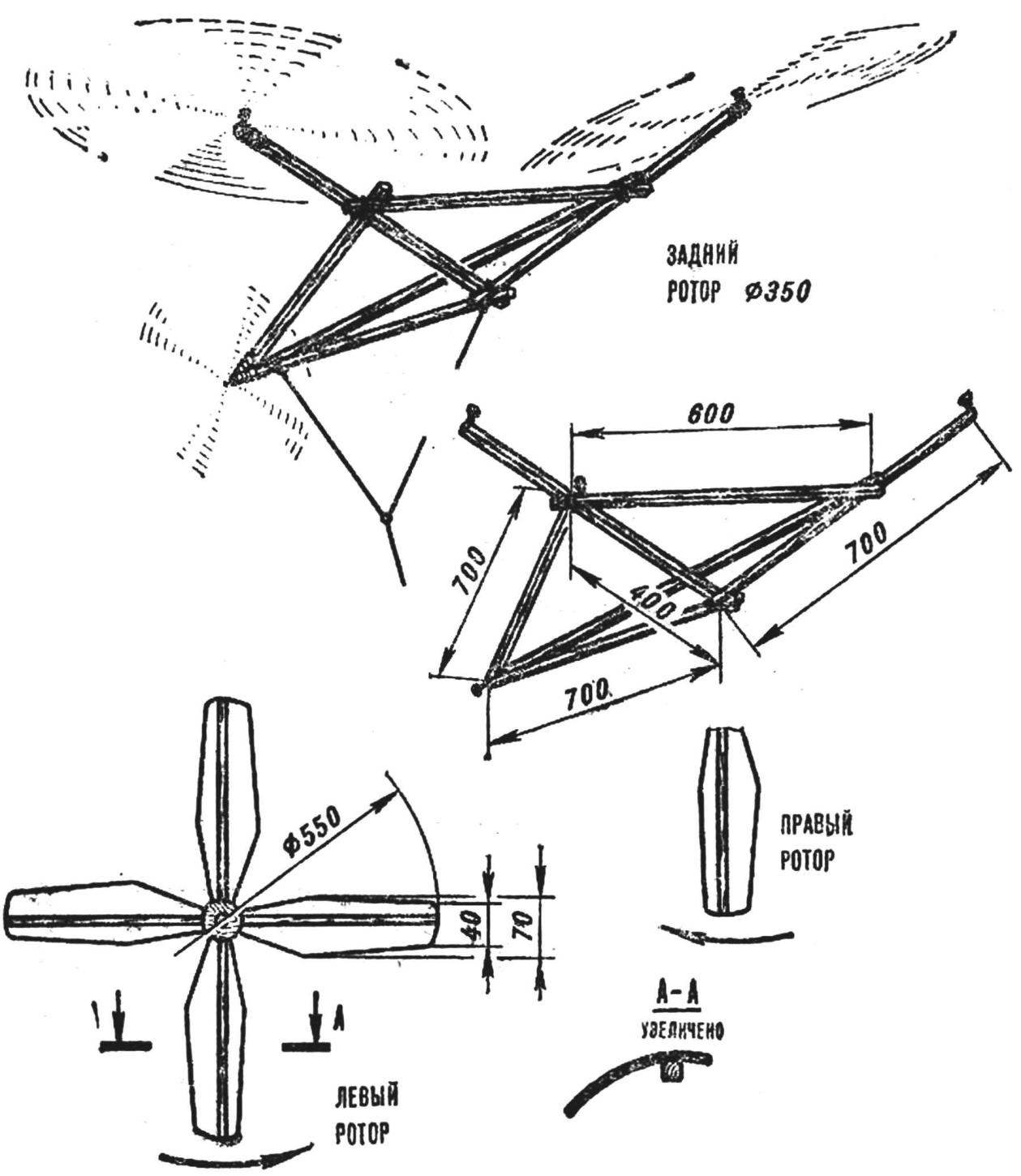


Рисунок 3. Змей вертолетной многороторной схемы и его детали.

Связываются они также с помощью ниток и клея. Роторы можно сделать так: свяжите крест-накрест рейки-лонжероны. Пропитав узел клеем и дав ему высохнуть, просверлите в середине отверстие, через которое будет проходить ось вращения. Ее лучше сделать из тонкого гвоздя, его шляпка будет служить фиксирующей шайбой. Ось (с надетым на нее ротором) загибается снизу петлей и приматывается к концу поперечной рейки каркаса.

Хвостовой ротор делается точно так же, только его ось вращения должна быть направлена не вверх, как у двух несущих воздушных винтов, а назад.

Лопасти вырезаны из ватмана. Придайте им вогнутый профиль и наклейте на лонжероны винтов.

При запуске этого, да и всех подобных змеев, дождитесь, когда ветер раскрутит роторы. Только тогда аппарат можно выпускать из рук. А устойчивость на взлете обеспечивается подбором длины задней нитки уздечки (хвост для этого змея не нужен).

Последний змей самый простой, а выглядит оригинально рисунок 4.

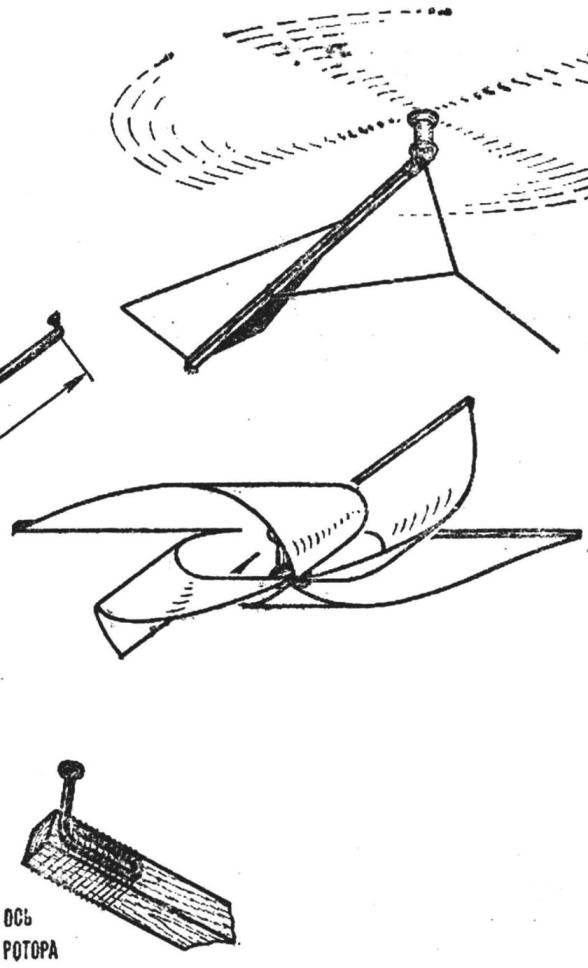


Рисунок 4. Однороторный змей-вертолет.

Ротор для него делается из листа ватмана размером 500X500 мм, который прорезают по диагоналям почти до середины. Внешние углы поочередно загибаются к середине, причем для повышения прочности лопастей вверху надо подклеить рейки сечением 3X3 мм. Загнутые концы лопастей приклеены к распоркой втулке — катушке от ниток, на которой стыкуются и усиливающие рейки.

«Фюзеляж» тоже из отрезка деревянной планки, а «стабилизатор» вырезан из ватмана и приклеен.

Уздечка на этом змее состоит только из двух ниток, хотя и на ней надо подобрать длину задней. Модель устойчиво взлетает даже без хвоста.

***Контрольные вопросы:***

1. В чем отличие воздушных змеев от роторов-вертушек?
2. Что же привлекло конструкторов в роторах-вертушках?
3. Какой ученый обнаружил эффект обтекания воздухом вращающейся трубы.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «роторы-вертушки».

1. История создания первого летательного аппарата ротора-вертушки.
2. Преимущества роторов-вертушек перед воздушными змеями.
3. Какой вклад в науку и в развитие авиации внес Г. Магнус?

**Тема: «Роторы и вертушки»**

Урок №27

Теоретический материал

Следующая модель, с которой мы познакомимся это модель Э. Вайтхэстона рисунок 1.

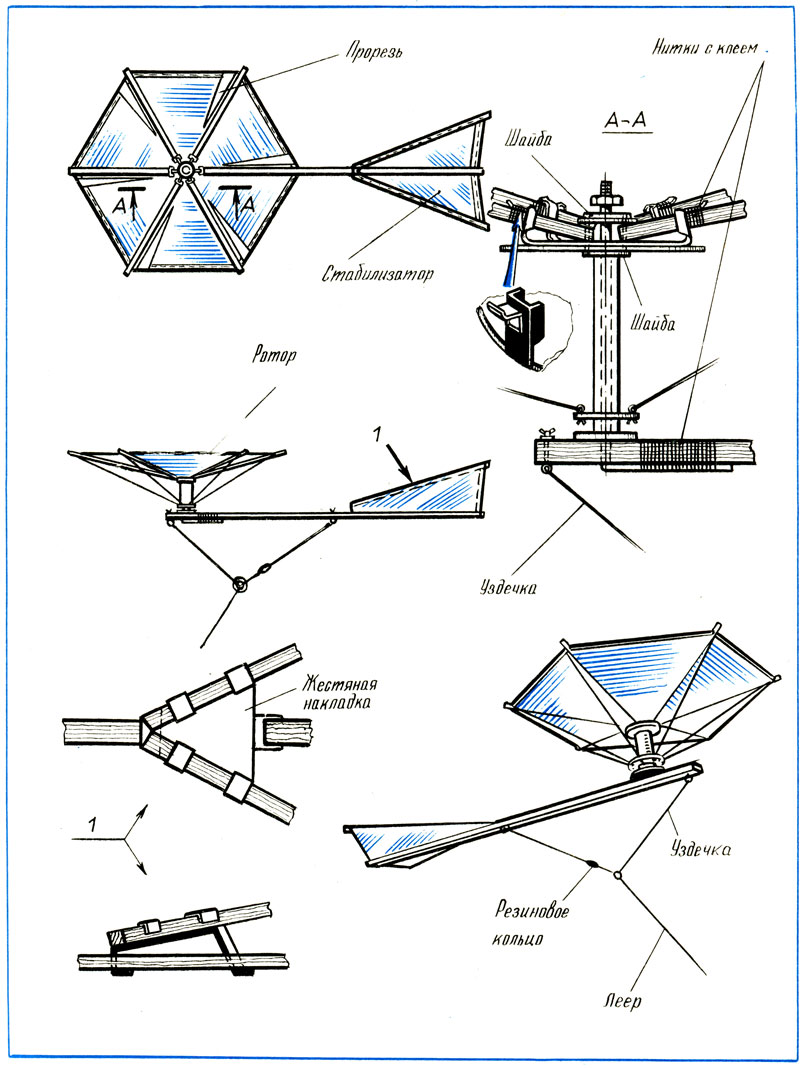


Рисунок 1. Змей-вертушка Э. Вайтхэстона.

Она удачно сочетает в себе свойства детской вертушки и змея. Подъемная сила этого летательного аппарата создается не только за счет набегающего потока воздуха, но и за счет вращения ротора.

А вот змей-вертушка Р. Фьюгэстона рисунок 3. Эта модель представляется наиболее интересной из подкласса летательных аппаратов подобного типа.

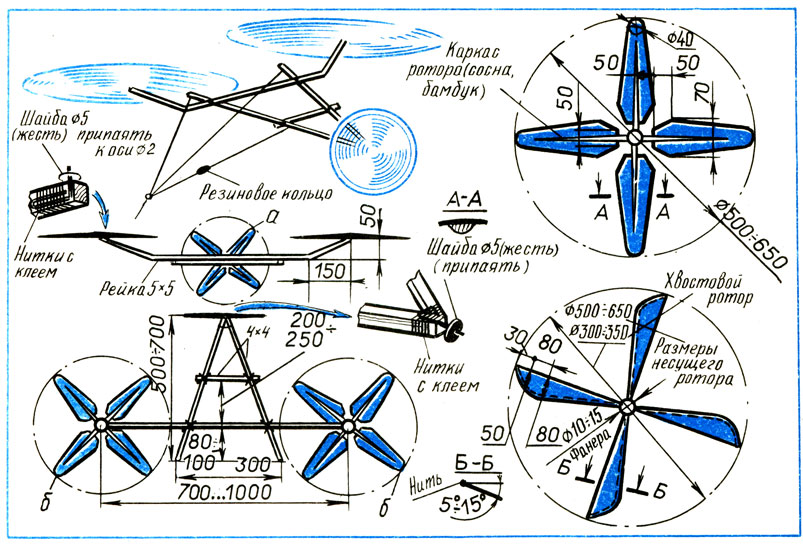


Рисунок 3. Змей-вертушка Р. Фьюгэстона.

У змея три ротора: 2 несущих б и хвостовой а. Несущие роторы, вращаясь в разные стороны, создают подъемную силу, а хвостовой стабилизирует положение модели при взлете и спуске и во время полета. Конструкция змея предельно проста. Каркас собирается из двух установленных под углом продольных и двух поперечных реек. Рейки сначала склеивают между собой, а для большей прочности укрепляют еще и нитками, пропитанными клеем. На концах длинной поперечной рейки устанавливают несущие роторы, на концах продольных - хвостовой. Чтобы все роторы легко вращались, их насаживают на проволочные оси.

Изготовление роторов - наиболее ответственная операция. Склеивать детали надо аккуратно, не торопясь. От того, насколько качественно будет выполнена вся работа, зависит прочность змея и его подъемная сила. Существует несколько вариантов конструкции роторов. Рассмотрим два из них.

1-й вариант. Ротор, показанный на рисунке вверху, больше всего подходит для крупных моделей. Змей с четырьмя, шестью или восьмью лопастями на каждом роторе неплохо взлетает и хорошо держится на высоте. Количество лопастей определяется числом реек (на рисунке 4 лопасти и 2 рейки). Из древесины сосны, ели или бамбука заготовьте рейки. Склейте их крест-накрест. На получившуюся крестовину наклейте ватман либо шпон (липовый или березовый). Для прочности в центре крестовин с обеих сторон наклейте по шайбе из тонкой фанеры, шпона или целлулоида и просверлите сквозное отверстие для проволочной оси.

2-й вариант. Этот ротор (см. на рисунке внизу) больше всего напоминает детскую вертушку. Он хорош для небольшого легкого змея. Собирается такой ротор из тонких бамбуковых реек (сечением 3×3 мм - в центре и 1,5×1,5 мм - на концах) и прочной нитки. Склейте рейки между собой, как показано на этом рисунке, и подтяните нитками их концы к основаниям лопастей. На получившиеся таким образом плоскости лопастей остается наклеить папиросную или газетную бумагу, а в центре крестовины - по две шайбы с двух сторон из шпона или целлулоида.

У воздушного змея, который вы видите на рисунке 4, несимметричная восьмиугольная форма. Она выбрана не случайно.

Смещенные к хвосту несущие плоскости, точно крылья самолета, создают подъемную силу и помогают удерживать змея-вертушку в горизонтальной плоскости.

Обратите внимание еще на одну, казалось бы, вовсе не свойственную воздушным змеям деталь - четырехлопастную вертушку. Вращаясь поперек продольной оси змея, вертушка придает ему дополнительную устойчивость, когда дует сильный ветер.

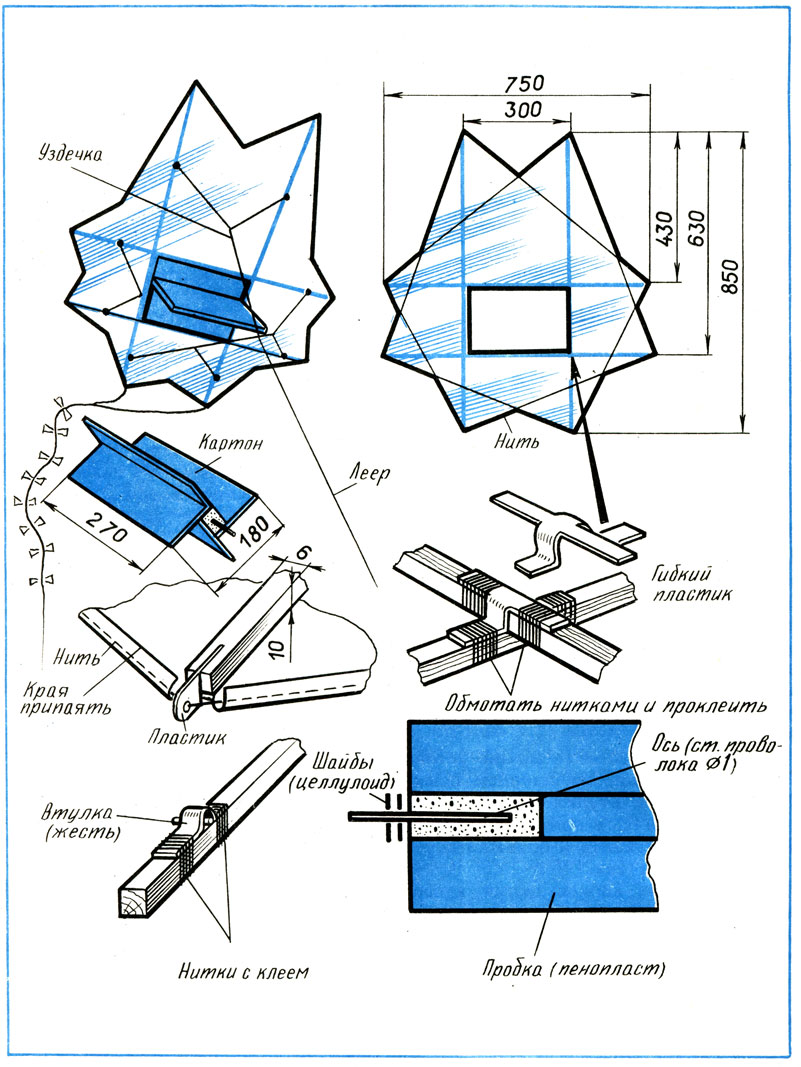


Рисунок 4. Еще один змей-вертушка

А теперь, познакомившись с особенностями змея, можете приступить к его изготовлению.

Основу змея составляет каркас из двух продольных и двух поперечных сосновых реек длиной 850 мм и 750 мм и сечением 10×6 мм. Рейки установите крест-накрест и скрепите крестовиной из гибкого пластика. Для надежного крепления концы крестовины прижмите к рейкам и плотно обмотайте ниткой, смоченной быстросохнущим клеем.

Для большей прочности каркаса концы соедините тонким нейлоновым шнуром или рыболовной леской диаметром 0,8 мм. Нейлоновый шнур никогда не соскочит с реек, если на их концах сделаете пропилы и закрепите в них пластиковые ушки с помощью нескольких витков нитки, смоченной клеем.

Рейки после обтяжки должны быть немного изогнуты. Естественно, выпуклостью змей должен быть обращен к земле.

Четырехлопастную вертушку лучше всего сделать из ватмана и пенопласта. Вырежьте из пенопласта три прямоугольных бруска длиной 50 и сечением 20×30 мм. В двух брусках (строго в центре) установите оси - их вы можете изготовить из стальной проволоки диаметром 1 мм. Из ватмана вырежьте четыре одинаковые заготовки размером 270×120 мм. Отступив 20 мм от большой стороны, перегните заготовки под прямым углом. Теперь пенопластовые бруски и заготовки из ватмана смажьте клеем и склейте так, как показано на рисунке. Чтобы лопасти стали прочнее и не размокали в сырую погоду, покрасьте их яркой нитроэмалью.

Вертушка готова - ее можно устанавливать на змея.

На выступающие из пенопластовых брусков оси наденьте по две шайбы и жестяные втулки. Втулки закрепите на раме каркаса с таким расчетом, чтобы вертушка, вращаясь в прямоугольном окне, не задевала за рейки. Закончив эту операцию, приступайте к обтяжке каркаса полиэтиленовой пленкой.

Делается это так.

Положите на каркас целый кусок пленки и лезвием бритвы аккуратно вырежьте заготовку по контуру змея, оставив припуск не менее 20 мм. В месте, где устанавливается вертушка, операция точно такая же, только разрезать пленку надо по контуру прямоугольного отверстия, отступив на 40 мм. Перегните пленку вокруг шнура и реек, концы припаяйте. Привяжите к змею уздечку, леер и хвост и можете приступать к запуску.

В городе трудно бывает найти большую открытую площадку, где бы можно было свободно разбежаться с воздушным змеем. Змей-вертолет конструкции А. Викторчика рисунок 5 не требует много места для своего запуска, и непогода ему не помеха. А изготовить его можно всего за 2 - 3 вечера.

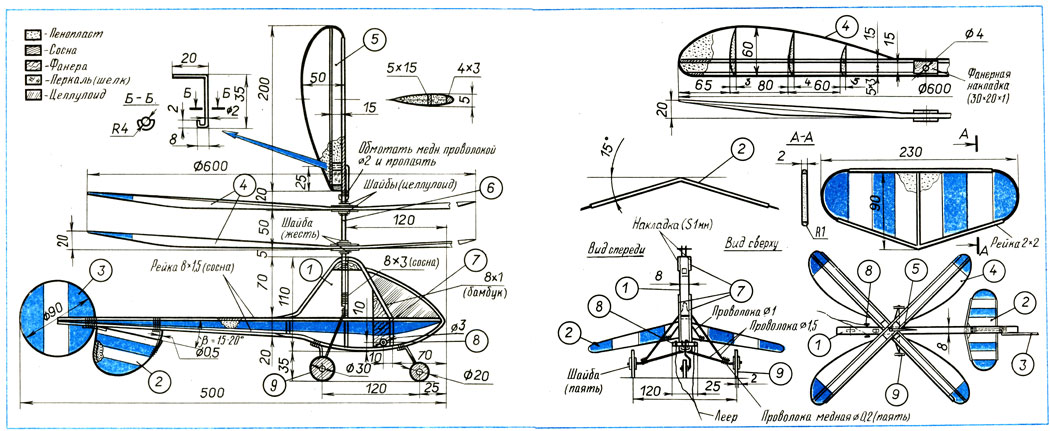


Рисунок 5. Змей-вертолет А. Викторчика.

Прежде чем приступать к изготовлению змея, внимательно изучите его конструкцию, подберите необходимые материалы. Если нужных материалов нет, подумайте, чем их заменить. Конструктивно змей-вертолет можно выполнить по-разному, да и размеры можно смело увеличивать в 2, даже в 3 раза.

Следуя примеру опытных моделистов, подготовьте сначала рабочие чертежи. Основные детали модели: фюзеляж, стабилизатор, лопасти винта, флюгер - вычертите на бумаге в натуральную величину и только потом приступайте к их изготовлению. Постройку змея-вертолета советуем начинать с лопасти винта (на рисунке 5 - деталь 4). Ее лучше всего сделать наборной из сосновых реек и пенопласта. Пожалуй, самой легкой по массе будет лопасть предложенной конструкции: две полосы пенопласта с основными лонжеронами и передними кромками.

Из сосновой заготовки напилите рейки по размерам, указанным на чертеже. Обратите внимание на толщину реек. Например, у лонжерона она неодинакова: на конце тоньше, в середине толще. Рейки для лонжеронов и передних кромок лопасти согните, подержав места изгиба над разогретым жалом паяльника. Радиус изгиба любой. Затем из пенопласта, распиленного на полосы толщиной 5 - 6 мм, вырежьте заготовки для лопастей. Кромки и лонжероны приклейте казеиновым клеем к полосе пенопласта таким образом, чтобы каждая лопасть имела угол атаки примерно 5 - 10°. Для этого сдвиньте переднюю кромку лопасти относительно лонжерона к оси винта и, подобрав нужный угол, приклейте ее. Если лопасть уже собрана, то подогрейте на паяльнике центральные части кромок и лонжеронов и отогните лопасть под нужным углом. То же самое проделайте и с другой лопастью. Когда каркас винта будет готов, приклейте консольные полосы, затем обрежьте лопасть по контуру. Нужный профиль придайте шлифовальной шкуркой, как показано на рисунке (см. сечения лопасти), и приклейте в центре с двух сторон по фанерной накладке.

Готовые лопасти обклейте папиросной или конденсаторной бумагой, пользуясь жидким казеиновым клеем. Дайте клею просохнуть, а затем покрасьте обшивку жидким нитролаком. Проследите, чтобы лопасти не повело, особенно в хвостовой части. По центру винта просверлите отверстие диаметром 4 мм для оси. Винт готов.

Теперь приступайте к изготовлению фюзеляжа (на рисунке 5 - деталь 7). Его лучше всего сделать из сосновых реек, бамбука или пенопласта. Заготовки для фюзеляжа советуем сгибать тоже над нагретым жалом паяльника. Чтобы склеенный каркас хорошо держал форму, укрепите его сосновыми распорками и накладками из ватмана. Для стоек шасси 9, подкосов и оси 6 нужна закаленная стальная проволока. Стойки закрепите на каркасе фюзеляжа нитками и хорошенько промажьте места соединения клеем. Один конец оси отожгите и расклепайте на длину 25 - 30 мм; другой закрепите нитками и клеем на центральной распорке. Теперь можно обклеивать фюзеляж пенопластовыми вкладышами. Модель будет выглядеть наряднее, если кабину обклеить не пенопластом, а целлулоидом или прозрачным пластиком.

Пенопласт - непрочный материал, поэтому, чтобы установить бамбуковый штырь 8 для леера, придется наклеить на переднюю распорку и два стрингера - две фанерные накладки 7. Отделывается фюзеляж так же, как и лопасти винтов.

Стабилизатор склеивается из двух листов пенопласта и сосновых реек (на рисунке 5 – деталь 2). О том, как это сделать, вы уже знаете (см. изготовление лопастей). Обратите только внимание на угол 6 и постарайтесь выдержать его в пределах 15 - 20°.

Киль 3 вырезается из картона толщиной 1 мм.

После изготовления лопастей винта, фюзеляжа и стабилизатора приступайте к сборке модели. Вначале к фюзеляжу прикрепите киль, стабилизатор, шасси. Киль приклейте на конец фюзеляжа сбоку. Стабилизатор установите на проволочных подкосах, чтобы можно было регулировать его положение под разными углами относительно фюзеляжа. Фанерные колеса закрепите на стойках шайбами.

Как можно внимательнее отнеситесь к установке винтов на оси. Сначала вырежьте из жести шайбы. Точно по чертежу припаяйте одну из них на оси. Установите на ось нижний винт и сделайте риску для другой шайбы. Запомните, что расстояние между шайбами, удерживающими винт, должно быть на 4 - 5 мм больше толщины самого винта. Это делается для того, чтобы после сборки можно было наклеивать на винт с двух сторон по шайбе из целлулоида толщины 1,5 - 2 мм. Чтобы шайбы устанавливались на ось, разрежьте их. Верхний винт укрепите на оси точно так же, как нижний.

Итак, модель собрана. Отбалансируйте теперь винты кусочком пластилина. Привяжите к штырю леер из прочного шнура или рыболовной лески и попытайтесь запустить модель. Запомните - змей-вертолет любит ветер, и, чем он сильнее, тем лучше модель держится на привязи, тем выше она поднимается. Для слабого ветра годится только очень легкая модель. Такой змей-вертолет можно запускать даже в штиль. Но чтобы воздушный винт, вращаясь, мог удерживать модель, нужно все время двигаться вперед. При ветре 5 - 7 м/с змей плавно взлетает и зависает на длинном леере.

Если по какой-либо причине не удастся отрегулировать полет змея-вертолета, установите на оси винта флюгер 5, и он предупредит раскачку модели. Конструкция флюгера аналогична конструкции лопасти. Закрепить его на оси винтов можно Г-образной скобой из стальной проволоки диаметром 2 мм. Скобу припаяйте к оси так, чтобы отогнутый конец был направлен назад. Лопасть флюгера в корневой части усильте липовым бруском. Просверлите в бруске отверстие и вставьте в него отогнутый конец скобы. Чтобы соединение было более надежным, обмотайте скобу нитками с клеем, а затем приклейте ее к флюгеру.

Если захотите увеличить размеры модели, то для этого достаточно лишь изменить площадь стабилизатора и отрицательный угол 6. Хвостовую балку фюзеляжа можно оставить прежних размеров.

И в заключение несколько советов по регулировке модели. Если лопасти сделаны жесткими, то винты могут слабо раскручиваться. Тогда придется уменьшить угол атаки у лопастей. Если лопасти эластичны и винты раскручиваются очень сильно, надо увеличить угол атаки примерно до 20°.

Не беда, если под рукой нет пенопласта или достаточного количества сосновых реек, аэролака. Их можно заменить другими материалами. Например, лопасть винта можно изготовить целиком из листа ватмана, подкрепив ее одним-двумя лонжеронами из древесины сосны или ватмана. При этом лопасть винта может быть плоской (из одного слоя ватмана) или объемной, напоминающей в сечении профиль крыла. В этом случае между верхним и нижним обводами - листами ватмана - вклеивается лонжерон.

Фюзеляж можно изготовить из одной рейки с усиленной носовой частью и небольшим пилоном для оси винтов; киль и стабилизатор - аналогично лопастям винта. Такая модель будет менее долговечной, но летать будет не хуже. Первые же полеты покажут вам, что и как можно усовершенствовать в конструкции змея-вертолета, чтобы он лучше летал.

***Контрольные вопросы:***

1. С какими моделями роторов-вертушек вы знакомы?
2. Что такое несущие роторы и для чего они нужны?
3. Для чего нужна уздечка и что это такое?

Задание на практическое занятие:

Самостоятельно изготовить роторный воздушный змей.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Роторы-вертушки».

1. В чем особенность змея-вертолета конструкции А. Викторчика?
2. Что такое стабилизатор, какую функцию он несет?
3. Что такое фюзеляж?

**Тема: «Вертолеты. История военная и гражданская»**

Урок №28

Теоретический материал

С древнейших времен человек мечтал подняться в воздух подобно птице. Идея создания вертолета - одна из самых древних в истории полетов. В архивах Миланской библиотеки сохранились рисунки, сделанные рукой известного итальянского ученого и художника Леонардо да Винчи в 1475 г.

В этих рисунках и подписях к ним высказывалась идея применения винта Архимеда при постройке летательного аппарата. Леонардо да Винчи предполагал осуществить вертикальный взлет своей модели с помощью винта, вращающегося в горизонтальной плоскости. Но его проект был далек от практического осуществления. Первый опыт постройки действующей модели вертолета осуществил в 1754 г великий русский ученый М.В. Ломоносов. Занимаясь исследованием верхних слоев атмосферы, ученый сконструировал небольшой летательный аппарат, способный поднимать в воздух метеорологические приборы: в небольшом легком корпусе помещалась часовая пружина, которая системой зубчатых колес была соединена с двумя концентрическими валиками с прикрепленными к ним двумя воздушными винтами, расположенными друг над другом. Ученые предполагают, что работая над созданием этого аппарата, М.В. Ломоносов учел реактивный момент, вызываемый вращением несущей системы, и уравновесил его путем расположения на одной оси двух винтов, вращающихся в противоположных направлениях. Такое расположение винтов в дальнейшем получило название соосной схемы и нашло широкое применение в практике вертолетостроения. По чертежам М.В. Ломоносова была построена действующая модель машины, которую он продемонстрировал 1 июля 1754 года. В те годы винт как устройство для приведения в движение транспортных средств вообще не был известен и не использовался. М.В. Ломоносов впервые в истории предпринял попытку для подъема в воздух летательного аппарата, что было для того времени большим достижением. Конечно, при недостаточном уровне развития техники в те годы построить модель большого размера из-за отсутствия мощного и надежного двигателя было невозможно. Многие изобретатели и умельцы в разных странах пытались строить летательные аппараты с машущими крыльями - орнитоптеры, однако их попытки не увенчались успехом, до сих пор не построено ни одной птицекрылой машины, которая могла бы хорошо держаться в воздухе и обладала элементарными летными характеристиками. Многочисленные неудачи в этой области повернули мысль изобретателей к аппаратам с несущими винтами, которые приводятся в движение двигателями. Создание машины, способной подняться в воздух стало реальным лишь после того, когда техника двигателестроения достигла сравнительно высокого уровня.

Во второй половине XIX века технический прогресс создал благоприятную обстановку для ученых и изобретателей, работающих в области воздухоплавания и авиации. В 1869 году известный русский электротехник А.Н. Лодыгин спроектировал первый "электролет", который имел два воздушных винта. Один - несущий для создания вертикальной тяги, другой - тянущий для горизонтальной тяги. Для вращения винтов конструктор спроектировал специальный электродвигатель мощностью 300 л.с. Но и этот проект из-за отсутствия необходимых средств не был осуществлен.

В начале 1907 г. русский военный инженер К.А. Антонов начал разработку проекта вертолета, который был построен 3 года спустя. Два винтовых колеса состояли из отдельных алюминиевых треугольных пластин-лопастей, скрепленных двумя большими обручами. Лопасти винтов могли поворачиваться вокруг продольных осей. Изменяя по желанию углы атаки лопастей, можно было образовывать из винтовых колес своеобразный парашют. Небольшой винт должен был создавать вертолету тягу, обеспечивающую горизонтальное перемещение. Аппарат был снабжен горизонтальным стабилизатором и рулем поворота. Гондола обнесена решеткой с перилами. Винтовые колеса приводились в движение бензиновым мотором мощностью 30-35 л.с., передающим одновременно движение винтам с помощью специального вала и зубчатой передачи. Аппарат был установлен на тележку, три колеса которой имели возможность поворачиваться. При испытаниях аппарат из-за маломощного двигателя не смог развить необходимой подъемной силы и оторваться от земли.

Построенный в 1908 г студентом Киевского политехнического института И.И. Сикорским вертолет имел два двухлопастных винта, укрепленных на вертикальной оси на некотором расстоянии один от другого. Винты приводились в движение трехцилиндровым бензиновым двигателем мощностью 12 л.с. Испытания показали, что мощность двигателя недостаточна для подъема аппарата.

Несмотря на неудачу, Сикорский к весне 1910 г построил второй геликоптер. Он имел два трехлопастных винта и был снабжен более мощным двигателем в 25 л.с. Аппарат весил 180 кг. Но конструктор не довел своих работ до конца над геликоптером, начав работать в области создания аэропланов.

В начале 1909 г. студент Московского высшего технического училища и деятельный участник воздухоплавательного кружка, впоследствии академик, заслуженный деятель науки и техники Б.Н. Юрьев разработал проект оригинального геликоптера. В средней части его корпуса должен был размещаться двигатель "Гном" мощностью 70 л.с. для вращения двух двухлопастных винтов. Верхний винт диаметром 9м и нижний - 3м. Кроме того, аппарат имел рулевой винт с поворотными лопастями. Для обеспечения управляемости и устойчивости геликоптера в пролете был предусмотрен так называемый автомат-перекос, позволявший изменять углы установки лопастей винта и благодаря этому наклонять аппарат в нужном направлении. Геликоптер был снабжен шасси для разбега и парашютом на случай остановки двигателя. Общий вес аппарата составлял 315 кг.

Лишь вначале 1912 г Юрьевым был построен одновинтовой геликоптер. Диаметр двухлопастного винта составлял 8м. Реактивный момент несущего винта конструктор предложил компенсировать при помощи рулевого винта, установленного в конце хвостовой фермы.

Он приводился во вращение основным двигателем с помощью специального передаточного механизма. Эта схема вошла в историю современного вертолетостроения как классическая схема одновинтовых вертолетов с хвостовым (рулевым) винтом. Из-за малой мощности двигателя и необходимости максимально облегчить вес аппарата Юрьеву пришлось отказаться от установки автомата-перекоса и поворотных лопастей винта. Тем не менее, аппарат весил 202,5 кг.

Весной 1912 г этот вертолет демонстрировался на 2-й Международной воздухоплавательной выставке в Москве и ему была присуждена золотая медаль. Впервые реальные предпосылки для перехода от до этого экспериментального моделирования вертолетов к постройке машин целевого назначения появились в конце 30-х годов ХХ века. Развивались подобные технологии и в Советском Союзе, но на преграде к внедрению идей постройки вертолетов встала Великая Отечественная война, которая внесла коррективы не только в общественную жизнь государства, но и в развитие науки и, в частности, вертолетостроения. Но все же, несмотря на крайне тяжелое положение в стране, профессор Б.Н.Юрьев смог организовать первое специализированное предприятие, основное предназначение которого было моделирование и постройка совершенно нового вида летательных аппаратов – вертолетов. 17 декабря 1939 года на основании приказа Народного комиссариата авиационной промышленности СССР было создано самостоятельное ОКБ-3, а уже 4 марта 1939 года перед Б.Н.Юрьевым и И.П.Братухиным была поставлена задача построить первый двухместный вертолет с двумя двигателями МВ-6, дальностью полета не менее 200 километров и скоростью 150 км/ч. В предписании указывалась необходимость постройки двух подобных воздушных машин, а также указывались сроки предоставления вертолетов для проведения испытаний. Первая машина должна была быть поставлена не позднее 1 мая 1941 года, а вторая - спустя два месяца, 1 июля 1941 года.

Однако начатые опыты с этим вертолетом пришлось прекратить, т.к. произошла поломка главного вала из-за крайне неравномерного хорда трехцилиндрового четырехтактного двигателя, а денег на продолжение работ не было. Задолго до аналогичных изобретений за рубежом, Б.Г. Юрьеву удалось создать автомат-перекос, изучить авторотацию винтов и разработать проблему безопасности спуска аппарата в случае остановки двигателя. Им же были разработаны вопросы о поступательной скорости и грузоподъемного геликоптера.

Чтобы решить эти проблемы, конструкторам пришлось отойти от классических схем вертолетов и искать новые пути. И вот в конце 1928 г был по проекту Н.И. Камова и Н.К. Скрижинского был построен первый советский автожир Каскр-1. На нем был установлен самовращающийся винт и применена шарнирная подвеска лопастей. Именно эти два решения и определили успех нового летательного аппарата: дали возможность совершать безмоторные планирующие спуски, обеспечили хорошую балансировку и устойчивость на всех режимах полета и уменьшили вибрации. В отличие от самолета подъемная сила автожира создается не крылом, а большим несущим винтом, который вращается не от двигателя, а от набегающего потока воздуха. Поэтому автожир не мог взлететь вертикально или висеть в воздухе. Его преимущество перед самолетом состояло в том, что он имел небольшую длину разбега и при отказе двигателя обеспечивалось безопасное снижение в режиме самовращения несущего винта. Благодаря тому, что лопасти у автожира подвешивались ко втулке на горизонтальных и вертикальных шарнирах, каждая из них могла совершать маховые движения вертикальной плоскости и колебательные в плоскости вращения. Впоследствии на автожирах была отработана система управления циклическим и общим шагом несущего винта. Отдельные автожиры были переданы в производство и изготавливались небольшими сериями. Эскадрилья автожиров А-7 участвовала в начальный период Великой Отечественной войны.

Параллельно в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) под руководством Б.Н. Юрьева было построено несколько моделей вертолетов. В основу первых легких вертолетов была положена одновинтовая схема с автоматом перекоса и регулятором шага винта.14 августа 1932 года вертолет ЦАГИ-1-ЭА, пилотируемый профессором А.М. Черемухиным, поднялся на высоту 605 м, что было крупнейшим достижением тех лет. Вертолет легко поднимался и опускался вертикально, делал повороты на месте, свободно перемещался во всех направлениях. Он имел четырехлопастный винт диаметром 11 м, приводимый во вращение двумя ротативными двигателями мощностью по 120 л.с. Двигатели располагались по обеим сторонам фюзеляжа. Реактивный крутящий момент уравновешивался четырьмя хвостовыми винтами, установленными попарно на хвостах фюзеляжа. Осенью 1933 г. был готов к испытаниям вертолет 5-ЭА конструкции И.П. Братухина. Эта машина имела хорошую устойчивость, на ней был 6-ти лопастный несущий винт оригинальной конструкции. Три длинные лопасти крепились на шарнирах, а 3 короткие - жестко, т.е. не могли поворачиваться вокруг собственных осей.

В 1940-1941 гг. вертолетное бюро Московского авиационного института под руководством И.П. Братухина спроектировало и построило 2-х винтовой вертолет "Омега" с двумя двигателями общей мощностью 440 л.с. Его максимальная скорость достигала 115 км/час, дальность полета - 250 км. В конце 1947 г. конструкторским бюро под руководством М.Л. Миля был создан двух местный вертолет МИ-1, получивший широкое практическое применение во многих областях народного хозяйства и в военной авиации. На этом вертолете устанавливался двигатель АИ-26В мощностью 575 л.с. Его крейсерская скорость - 130 км/час, дальность полета - 370-600км, высота - 3000м. Вертолет строился серийно в транспортном, сельскохозяйственном и санитарном вариантах. На Ми-1 было установлено 17 мировых рекордов для вертолетов с полетным весом от 1750 до 3000 кг.

В 1952 г был запущен в серийное производство вертолет Ми-4, получивший золотую медаль на всемирной выставке в Брюсселе. В то время Ми-4 превосходил по грузоподъемности большие серийные американские вертолеты, и по общему признанию специалистов, был одним из самых надежных вертолетов. На нем было установлено несколько мировых рекордов грузоподъемности и скорости полета. В июне 1957 г совершил свой первый полет вертолет Ми-6, на котором было установлено два турбовинтовых двигателя. Ми-6 один из самых скоростных вертолетов. За преодоление рубежа скорости 320 км/час, долгое время остававшейся пределом для винтокрылых машин, коллективу Миля был присужден международный приз. На базе Ми-6 был создан гигантский летающий кран Ми-10, который поднимал груз 25т на высоту 2800 м.

Применение новых газотурбинных двигателей позволило создать второе поколение вертолетов "Ми", более грузоподъемных, надежных и значительно более экономичных. На смену Ми-1 пришел Ми-2, а Ми-4 был заменен вертолетом Ми-8, экономичной, надежной и относительно простой в эксплуатации машиной.

Советские вертолеты Ми-6, Ми-10, Ми-8, представленные на авиационном и космическом салоне в Париже в 1965 г., вызвали сенсацию. Венцом в создании вертолетов конструкторским бюро под руководством Миля явился сверхгигант B-12, поднявший груз сорок с лишним тонн на высоту больше 2-х километров, за это достижение конструкторское бюро удостоилось высшей международной вертолетной награды. В мире нет сейчас вертолета, который по своим данным может хоть сколько-нибудь приблизиться к этой машине. Его крейсерская скорость 240 км/час, максимальный взлетный вес 105 тонн. Грузы в 20-25 тон В-12 может перевозить без посадки на расстояние 300-500 км. Длина кабины 30м, ширина более 4 м, высота 4,4 м. В ней могут свободно разместиться землеройные машины и строительные краны, бульдозеры и большегрузные автомобили, фермы мостов и буровое оборудование.

Хорошими пилотажными качествами и почти полным отсутствием вибраций отличаются советские двухвинтовые соосные вертолеты КА-10, Ка-15, Ка-18, Ка-26 и другие, созданные коллективом конструкторов под руководством Н.И. Камова. На соосных двухвинтовых вертолетах реактивный момент несущих винтов взаимно уравновешивается, потому что винты вращаются с одинаковой скоростью и в противоположные стороны и потребляют одинаковые мощности. На вертолетах этой системы отсутствует хвостовой винт. Соосные вертолеты имеют минимальные габариты, хорошую маневренность.

Российское вертолётостроение с линейками средних и тяжелых вертолётов занимает уникальное нишевое место на мировом рынке. В этом классе конкуренция на рынке носит достаточно ограниченный характер, и Россия обладает здесь отработанными хорошо известными продуктами с выгодными ценовыми характеристиками. Это средние транспортные вертолёты семейства Ми-8/17, тяжёлые транспортные вертолёты Ми-26, боевые вертолёты семейства Ми-24, соосные средние вертолёты Ка-27/28/32. Все эти машины в своей основе были созданы в 1960-е -- 1970-е годы, многократно модернизировались. В последнее время в серийное производство пошли боевые вертолёты нового поколения Ми-28 Н и Ка-52. Крупнейшей российской вертолётостроительной компанией является холдинг «Вертолёты России». По итогам 2010 года, до 10 % всех производимых в мире вертолётов приходилось на российские вертолёты компании «Вертолёты России».

Российское вертолётостроение переживает бурный рост: производство выросло с 85 машин в 2004 году до 183 в 2009 году. В начале 2010 года отмечалось, что в системе производства вертолётов в России сейчас происходят значительные изменения. Долгое время индустрия ориентировалась в первую очередь на создание тяжелых машин (в основном для военного сектора), тогда как сегодня она расширяет деятельность по сборке легких вертолётов для гражданского рынка. В планы «Вертолётов России» входит не только занять новые производственные ниши и повысить технологический уровень своей продукции, но и улучшить свой имидж в сфере послепродажного сервиса. Компания намеревается перенести акцент с продажи вертолётов на обслуживание клиентов в ходе всего срока эксплуатации приобретенной техники.

***Контрольные вопросы:***

1. Какие первые инженеры исследователи предприняли попытки создать вертолет?
2. В чем особенность вертолетов?
3. Что такое геликоптер?

***Домашнее задание:***

Подготовится к устному опросу по теме «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета».

1. С какими трудностями столкнулись при создании вертолетов?
2. Что такое автожир, какой принцип его работы?
3. В каких областях нашли свое применение вертолеты?

**Тема: «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета»**

Урок №29

Теоретический материал

Воздушное судно – летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счёт взаимодействия с воздухом, отличного от взаимодействия с воздухом, отражённым от поверхности земли или воды (то есть не использующее экранный эффект).

Класс воздушного судна – совокупность диапазонов параметров самолётов и вертолётов, определяющий условия, необходимые воздушному судну (ВС) для взлёта, посадки и обслуживания на аэродроме и в аэропорту.

Определяется, прежде всего, взлетной массой воздушного судна.

Классификация по взлётному весу – выделяют четыре класса воздушных судов:

• Сверхлёгкие — вертолёты со взлётным весом до 1000 кг;

• Лёгкие — вертолёты со взлётным весом от 1000 до 4500 кг;

• Средние — вертолёты со взлётным весом от 4500 до 13000 кг;

• Тяжёлые — вертолёты со взлётным весом более 13000 кг.

*Ансат*

Легкий многоцелевой вертолет

Варианты применения:

• Перевозка пассажиров и грузов

• VIP/корпоративные перевозки

• Поиск и спасение

• Медицинская эвакуация

• Патрулирование

Характеристики вертолета:

• Максимальная взлетная масса, кг - 3 600

• Максимальная скорость, км/ч - 275

• Крейсерская скорость, км/ч - 220

• Практический потолок, м - 5 500

• Дальность полета, км - 505

• Количество пассажиров - 7

• Количество медработников - 2

• Экипаж - 2

• Диапазон температур : -45 +50°C

Преимущества:

• Оперативная трансформация салона

• Большой объём кабины

• Современное медицинское оборудование

• Безангарное хранение

*Ка-62*

Многоцелевой вертолет среднего класса

Варианты применения:

• Перевозка пассажиров и грузов

• VIP/корпоративные перевозки

• Поиск и спасение

• Медицинская эвакуация

• Офшорные перевозки

Характеристика вертолета:

• Максимальная взлетная масса, кг 6 800

• Масса перевозимого груза, кг 2 500

• Максимальная скорость, км/ч 310

• Крейсерская скорость, км/ч 290

• Практический потолок, м 6 100

• Дальность полета, км 720

• Количество пассажиров 15

• Экипаж 2

• Диапазон температур -45 +50°C

Преимущества:

• Конвертируемая транспортная кабина

• Соответствие требованиям IOGP

• Безангарное храненени

• Запуск двигателей при -35 0С без предварительного подогрева

• Выдавливаемые окна – аварийные выходы IV типа

*Ми-171А2*

Многоцелевой вертолет тяжелого класса

Варианты применения:

•Перевозка пассажиров и грузов

•VIP/корпоративные перевозки

•Поиск и спасение

•Медицинская эвакуация

Характеристика вертолета:

• Максимальная взлетная масса, кг 13 000

• Масса перевозимого груза, кг 5 000

• Максимальная скорость, км/ч 280

• Крейсерская скорость, км/ч 260

• Практический потолок, м 6 000

• Дальность полета, км 800

• Количество пассажиров 20

• Экипаж 2

• Диапазон температур -50 +50°C

Преимущества:

• Высокие лётно-технические характеристики

• Современное бортовое оборудование

• Высокий уровень комфорта и безопасности

• Низкий уровень шума и вибрации

• Увеличенная дальность полета

*ЛМВ*

Легкие вертолеты со взлетной массой менее 2т

Варианты применения:

•Транспортировка пассажиров и грузов

•Медицинская эвакуация

•Обучение

•Авиационные работы

•Корпоративные/ВИП-перевозки

Характеристика вертолета:

• Максимальный взлетный вес, кг 1600

• Максимальная скорость (МСА), км/ч 250

• Крейсерская скорость (МСА), км/ч 225

• Статический потолок вне зоны влияния земли (МСА), м 4500

• Практический потолок (МСА), м 6000

• Максимальная дальность полета, км

• -с запасом топлива в основных топливных баках 660

• -с запасом топлива в основных и дополнительном топливных баках 920

• Количество пассажиров, чел 4

Преимущества:

• Самая объёмная кабина в своём классе

• Низкий уровень эксплуатационных затрат

• Грузовые створки

• Единая грузопассажирская кабинаc возможностью быстрой трансформации

• Бесшарнирные втулки несущих винтов с композитными лопастями

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое воздушное судно?
2. Что такое класс воздушного судна?
3. Классификация вертолетов по взлётному весу?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета».

1. Где применятся вертолет Ансант?
2. Варианты применения вертолета Ка-62?
3. Какие легкие вертолеты вы знаете?

**Тема: «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета»**

Урок №30

Теоретический материал

Вертолет является летательным аппаратом тяжелее воздуха. Основное отличие вертолета от самолета заключается в том, что необходимая для его полета подъемная сила создается не крылом, а несущим винтом. У вертолета мощность от поршневого или турбовинтового двигателя передается на несущий винт, который, помимо подъемной силы, создает силы и моменты, необходимые для поступательного перемещения вертолета и управления им.

Вертолеты могут:

— отрываться от земли вертикально вверх без предварительного разбега;

— неподвижно висеть над назначенным пунктом;

— перемещаться в любом направлении: вперед, в сторону, назад;

— снижаться вертикально вниз и совершать посадку без пробега.

Устройство и принцип полета вертолета Вертолет одновинтовой схемы состоит из следующих основных частей: несущего и рулевого винтов, фюзеляжа, силовой установки, трансмиссии, системы управления, взлетно-посадочного устройства. Кроме того, вертолет имеет различное оборудование для обеспечения полетов.

Несущий винт служит для поддержания и перемещения вертолета в воздухе. При вращении в горизонтальной плоскости несущий винт создает тягу, направленную вверх.

Основные части вертолета:

Рулевой винт служит для уравновешивания реактивного момента, возникающего при вращении несущего винта, и для путевого управления вертолетом. Реактивный момент стремится развернуть вертолет в сторону, противоположную вращению несущего винта. Сила тяги рулевого винта создает момент относительно центра тяжести вертолета, уравновешивающий реактивный момент несущего винта. Для разворота вертолета достаточно изменить величину тяги рулевого винта.

Фюзеляж вертолета служит для размещения экипажа, грузов, силовой установки и систем, взлетно-посадочного устройства и крыла (на некоторых вертолетах крыло устанавливается с целью увеличения максимальной скорости полета за счет частичной разгрузки несущего винта);

Силовая установка является источником механической энергии для приведения во вращение несущего и рулевого винтов. Она включает в себя двигатели и системы, обеспечивающие их работу (топливную, масляную, систему охлаждения, систему запуска двигателей и др.);

Трансмиссия служит для передачи мощности от двигателя к несущему и рулевому винтам. Составными элементами трансмиссии являются валы, редукторы и муфты;

Системы управления вертолета состоят из ручного и ножного управления. Они включают командные рычаги (ручку управления, рычаг «шаг — газ» и педали) и системы проводки к несущему и рулевому винтам. Управление несущим винтом производится при помощи специального устройства, называемого автоматом перекоса. Управление рулевым винтом производится от педалей.

Взлётно - посадочные устройства служат опорой вертолета при стоянке и обеспечивают перемещение вертолета по земле, взлет и посадку. Для смягчения толчков и ударов они снабжены амортизаторами. Взлетно-посадочные устройства могут выполняться в виде колесного шасси, поплавков и лыж.

Подъемная сила. Вертолет создает подъемную силу за счет вращения винта, в отличие от самолета, у которого подъемная сила создается поступательным движением аппарата.

R — равнодействующая аэродинамических сил на винте,

Y — подъемная сила, уравновешивающая силу тяжести,

P — горизонтальная составляющая силы R для движения в горизонтальном направлении,

А — положение винта при висении,

Б — положение винта при горизонтальном полете.

Воздух обтекает лопасти вращающегося винта вертолета. Винт, в соответствии с 3-м законом Ньютона, воздействует на воздух с той же силой, с какой воздух действует на винт. Это приводит к движению воздуха. Движение воздуха направлено сверху вниз. Получается, что вертолет как бы висит на воздушных струях.

Итак, несущий винт — вот что главное в вертолете.

Режимов работы несущего винта вертолета чрезвычайно много. Каждому режиму полета вертолета соответствует свой режим работы несущего винта. Основными для вертолета являются: пропеллерный режим, режим косой обдувки, режим самовращения (авгоротация) и режим вихревого-сольца.

Режим косой обдувки возникает при поступательном полете вертолета.

При поступательном полете ось его вращения наклоняется вперед и он работает в режиме косой обдувки.

Пропеллерный режим возникает при вертикальном подъеме или висении вертолета.

Когда лопасти вращаются, подъемная сила заставляет их подниматься, в то время как центробежная сила препятствует их чрезмерному закидыванию вверх, поэтому диск ротора приобретает коническую форму.

Режим самовращения возникает при отключении двигателя вертолета от несущего винта в полете, при этом винт вращается под действием потока воздуха.

Режим вихревого кольца возникает при снижении вертолета. При таком режиме поток воздуха, проходя сквозь ометаемую винтом поверхность сверху вниз, вновь подходит к винту сверху.

*Линейная скорость* пропорциональна расстоянию от оси вращения и, соответственно, максимальна на концах лопастей. При определённых значениях угловой скорости вращения винта линейная скорость концевых участков наступающей лопасти приближается к скорости звука, в результате чего на этих участках развивается волновой кризис. Напротив, скорость ряда участков отступающей лопасти относительно воздуха настолько мала, что на них происходит срыв потока, а участки, расположенные ещё ближе ко втулке, попадают в зону обратного обтекания (профиль лопасти обтекается воздухом с острой части, что создаёт обратную подъёмную силу).

Лопасти несущего винта, попадающие в зоны срыва потока и волнового кризиса, характеризуются увеличением вибраций и резким снижением подъёмной силы. Противодействовать срыву потока можно увеличением угловой скорости вращения несущего винта, однако при этом увеличивается зона волнового кризиса. Негативное влияние зоны волнового кризиса можно уменьшить, применив специальные законцовки лопастей винта — например, стреловидные.

Поскольку наступающие лопасти создают большую подъёмную силу, чем отступающие, для сохранения баланса подъёмных сил разных участков несущего винта существует механизм компенсации. Механизм основан на применении горизонтального шарнира и осевого шарнира, жёстко соединённого с автоматом перекоса. Во время полёта лопасть находится под углом к обтекаемому воздушному потоку, возникаемое сопротивление воздуха приводит к взмаху лопасти вверх. Так как осевой шарнир соединён с автоматом перекоса, то при взмахе лопасти вверх происходит поворот лопасти в сторону уменьшения угла между лопастью и воздушным потоком. Уменьшение этого угла приводит к уменьшению подъёмной силы лопасти.

И наоборот, при уменьшении скорости обтекаемого воздушного потока лопасть опускается вниз, увеличивается угол установки лопасти, увеличивается подъёмная сила.

*Земной резонанс.* Земным резонансом называют самовозбуждающиеся колебания вертолета на земле с нарастающей амплитудой. Возможность появления земного резонанса является следствием введения в конструкцию втулки НВ вертикальных шарниров, дающих лопасти возможность качаться в плоскости вращения.

Эффект возникает при совпадении частоты действия неуравновешенной центробежной силы несущего винта с частотой собственных колебаний вертолета на упругом шасси. Земной резонанс опасен для вертолета (может произойти поломка), и поэтому при появлении признаков земного резонанса вертолета должны быть изменены обороты несущего винта. Термин возник в связи с тем, что разрушения вертолётов и автожиров наиболее часто возникали на земле при колебаниях на шасси.

***Контрольные вопросы:***

1. Для чего служит фюзеляж вертолета?
2. Назовите основные части вертолета?
3. Из каких сил состоит подъемная сила вертолета?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Характеристики вертолетов. Физика осуществления полета».

1. Как осуществляется разворот вертолета?
2. Какую функцию несут лопасти несущего винта?
3. Земной резонанс, что это такое и чем он опасен?

**Тема: «Самолеты. История военная и гражданская»**

Урок №31

Теоретический материал

Историю российской авиации принято отсчитывать с начала XX века. Однако очевидные предпосылки к её развитию можно наблюдать уже в XIX веке.

В 1870 году было создано Русское общество воздухоплавания. В 1880 году по инициативе Дмитрия Менделеева при Русском техническом обществе был создан воздухоплавательный отдел.

Однако, согласно исследованию, опубликованному в 1962 году доцентом МАТИ Г. А. Сломянским, инновации в сфере авиационных приборов начались в российском воздухоплавании куда раньше: первые в России авиационные приборы были использованы в ходе полёта на воздушном шаре еще в 1804 году. На Всемирной выставке в Вене (1873 год) русскими воздухоплавателями был продемонстрирован первый в мире автопилот.

При этом уже во второй половине XIX века на вооружении русской армии состояли воздушные шары. В конце века действовал отдельный воздухоплавательный парк.

Принято считать, что самолёт Можайского — изобретение молодого и талантливого морского офицера Александра Фёдоровича Можайского.

В действительности конкретная реализация замыслов русского изобретателя произошла, когда ему, в чине контр-адмирала, было уже 60 лет. Другой вопрос, что до этого он проводил различного рода исследования в области полетов (включая полет птиц) на протяжении тридцати лет, итогом чего и стал проект самолёта.

В советской (и отчасти позднейшей российской) истории было принято считать, что самолёт Можайского стал одним из первых (если не первым) в мире летательным аппаратом тяжелее воздуха, которому удалось оторваться от земли и совершить пилотируемый полет. Однако в мировой науке данная точка зрения не является мейнстримной, а пионерами довольно однозначно признаются братья Райт, чьи успехи были официально зарегистрированы лишь спустя 15 лет.

К сожалению, документов, непосредственно зафиксировавших ход испытаний самолёта Можайского, не сохранилось, что радикально сокращает пространство для маневра в дискуссиях о приоритете. Тем не менее, для развития российской авиации самолёт Можайского является, вне сомнений, основной точкой отсчета.

Самолёт Можайского занял своё место в русской культуре — и не теряет его и в наши дни. Так, в романе Виктора Пелевина «Лампа Мафусаила» (2016 год) история создания самолёта и связанные с ней коллизии составляют основу главной сюжетной линии произведения.

Принято считать, что самолёт Можайского — изобретение молодого и талантливого морского офицера Александра Фёдоровича Можайского.

Первый полет гидросамолета был произведен 26 января 1911 года. Конструктивной особенностью летательного аппарата было наличие колес и поплавков. Пилотировал гидросамолет Глен Кертисс. Перспективы и возможности изобретения были столь очевидны, что гидросамолет был сразу куплен Флотом США, Россией, Японией, Германией и Великобританией.

Кертисс родился в 1878 году в городе Хаммондспорт, штат Нью-Йорк, в семье Фрэнка Ричмонда Кертисса и Луа Эндрюс. Несмотря на то, что он получил только восемь классов образования, имел ранний интерес к механике и изобретательству.

Морской генеральный штаб Российской империи получив сообщение от военно-морского атташе в США о том, что армия США закупила 1 аэроплан Кертисса, а также изучив характеристики и эффективность изобретения, принял решение о закупке гидроаэропланов для нужд Черноморского Флота.

По результатам испытаний, 29 февраля 1912 года был заключен контракт на покупку трех гидроаэропланов Кертисса общей стоимостью 100 000 французских франков и 10 июля 1912 года первый гидроаэроплан Кертисса совершил полет над эскадрой Черноморского флота. Всего до 1913 года было заключено три контракта, по которым было поставлено восемь гидроаэропланов моделей «Д-75» - 2 штуки и «Е-75» - 6 штук и одна «летающая лодка» модели «Ф».

Гленн Кертисс лично прибыл в Крым, чтобы присутствовать на испытаниях своей новейшей «летающей лодки». Машина очень понравилась военным и подобные аппараты пришли на смену гидроаэропланам, которые больше не заказывались.

Великий князь Александр Михайлович 8 ноября 1910 года официально открыл первую русскую военно-авиационную школу, на базе Всероссийского аэроклуба в Петербурге, а 14 ноября здесь начались учебные полёты.

В том же году открылась Севастопольская авиашкола его имени, менее чем через год состоялся выпуск военных летчиков России.

В апреле 1911 года Русским техническим обществом была организованна Первая Международная воздухоплавательная выставка. Выставка проходила в Санкт-Петербурге в Михайловском манеже. За все время работы выставку посетило более 200 тыс. человек. Выставка имела огромный успех и привлекла внимание всех крупных производителей аэропланов — как русских, так и зарубежных.

До лета 1912 года авиация и воздухоплавание считались составной частью инженерного дела и находились в ведении воздухоплавательного отдела Главного инженерного управления Военного министерства. 12 августа 1912 года приказом по военному ведомству вопросы воздухоплавания и авиации были изъяты из ведения Главного инженерного управления и переданы специально созданному органу — Воздухоплавательной части Генерального штаба, которую возглавил генерал-майор М. И. Шишкевич. Эта дата считается днём образования военной авиации России.

27 августа 1913 года в Киеве над Сырецким полем П. Н. Нестеров впервые в мире выполнил на самолёте «Ньюпор—4» с двигателем «Гном» в 70 л. с. замкнутую петлю в вертикальной плоскости. Этим манёвром Нестеров положил начало высшему пилотажу.

Предтечей первых авиационных заводов в Российской империи стали мастерские, в которых ремонтировались самолеты иностранных лётчиков, прибывавших в Россию на гастроли. Вскоре, однако, начали поступать появились заказы не только на починку, но и на производство новых самолетов.

Русская авиационная промышленность зародилась в 1909 году, а еще через год начала выпускать самолёты. Первенцем российского авиастроения стал биплан «Россия-А», выпущенный заводом «Первого всероссийского товарищества воздухоплавания» на основе конструкции Анри Фармана. В 1910-х годах в России начали открываться первые полноценные авиационные заводы, зачастую на базе крупных компаний и предприятий из сферы транспортного машиностроения. Так, в 1909 году юрист Сергей Щетинин приступил к созданию первого в России авиационного производства. На полученную от военного министерства в начале 1910 года денежную ссуду была открыта мастерская в Санкт-Петербурге, получившую название «Первое Российское Товарищество Воздухоплавания» — ПРТВ (с 1915 года — завод «Гамаюн»). С. С. Шетинин заинтересовался работами конструктора Д. П. Григоровича и пригласил его на работу. Через некоторое время Григорович сконструировал свою первую летающую лодку (Гидросамолёт) М-1, предназначенную для военных действий на море. Впоследствии им были разработаны улучшенные модели этого самолета. И вскоре завод Щетинина стал специализироваться на выпуске летающих лодок.

В том же 1909 году первый самолёт был выпущен на заводе «Дукс», который первоначально выпускал велосипеды и мотоциклеты, но очень быстро перешел на производство самолётов, ставшем спустя несколько лет основным авиационным поставщиком русской армии. К 1918 году, когда завод был национализирован, ассортимент его продукции составлял 22 типа самолётов, включая гидропланы.

Именно на самолёте производства «Дукс» в 1913 году впервые в мире выполнил «мертвую петлю» лётчик штабс-капитан Пётр Николаевич Нестеров. В Петроградском филиале завода начинал свою карьеру авиаконструктора Николай Поликарпов.

В собственности завода находились четыре ангара на окраине Ходынского поля, где в 1910 году был открыт первый в Москве полноценный аэродром, просуществовавший до 2003 года. Фактически здесь формировался первый в России авиационный кластер: в дальнейшем именно в окрестностях Ходынского поля в советское время были построены ведущие авиационные ОКБ: Сухого, Микояна, Ильюшина, Яковлева.

В 1912 году в Санкт-Петербурге начала свою деятельности мастерская авиационного отдела Русско-Балтийского вагонного завода (РБВЗ); на должность главного конструктора был приглашен Игорь Иванович Сикорский. Испытывали построенные самолёты Г. В. Алехнович и Г. В. Янковский.

В 1913 году под руководством Сикорского был построен первый в мире четырёхмоторный самолёт «Русский витязь», давший начало тяжёлой авиации. В том же году же публике был показан опытный образец первого в истории многомоторного бомбардировщика «Илья Муромец».

В начале Первой мировой войны авиацию использовали главным образом для ведения разведки и связи. Боевых действий в интересах сухопутных войск авиация почти не вела. В ходе войны, когда боевые возможности военно-воздушных сил возросли, им стала отводиться более активная роль, их действия приобрели больший размах и начали оказывать влияние на успех боевых действий сухопутных войск.

К началу Первой мировой войны Российская империя обладала самым большим среди всех воюющих держав парком военной авиации — 263 самолёта (из них 224 — в составе 39 авиационных отрядов) и 14 дирижаблей.

Однако большинство самолётов были достаточно сильно изношены и морально устарели, при этом практически не имея на борту вооружения. В те времена ещё только изучали возможность ставить вооружение на летательные аппараты. Невооружёнными были самолёты у всех армий мира, ими располагавших. Кроме того, на каждые два самолёта приходилось менее одного обученного пилота. К концу войны качественное отставание перешло в количественное: в октябре 1917 года Россия имела 700 самолётов, значительно уступая по этому показателю другим воюющим странам.

С начала 1930-х годов набирает темпы и производство пассажирских самолетов: парк гражданской авиации пополнили самолеты К-5 (их было изготовлено больше, чем других в этом классе, — свыше 260), ПС-9, АИР-6, ХАИ-1, «Сталь-2» и «Сталь-3», ПС-35, ПС-84 (Ли-2), ряд гражданских модификаций военных самолетов.

АНТ-20 «Максим Горький» — агитационный пассажирский 8-моторный самолёт, самый большой самолёт своего времени.

Институты, вместе с опытно-конструкторскими бюро, работали как единые команды по строительству новых самолётов. К конструкторским бюро Туполева, Ильюшина, Поликарпова присоединились новые конструкторские бюро и группы, в которых разрабатывались боевые машины. Молодые инженеры А. И. Микоян и М. И. Гуревич, С. А. Лавочкин с В. П. Горбуновым и М. И. Гудковым, А. С. Яковлев, М. М. Пашинин, В. П. Яценко, В. К. Таиров и другие соревновались друг с другом и с более опытными конструкторами за право запустить свой самолёт в серию.

В середине 1940 года почти на всех заводах, производивших авиационную технику, готовились к выпуску новых самолётов. Новые самолёты и моторы значительно отличались от старых, и это делало их серийный выпуск исключительно трудным. Очень важным моментом было обеспечение идентичности при массовом производстве самолёта.

Развивалось и отечественное авиационное моторостроение: к началу войны имелись двигатели, не уступавшие лучшим зарубежным образцам. Талантливым конструктором двигателей был В. Я. Климов. Взяв в своё время за основу мотор водяного охлаждения «Испано-Сюиза», Климов добился результатов, каких не смогла добиться сама эта фирма.

К началу войны авиационная промышленность выпускала более 50 самолетов в день. В июле 1941 года изготовили 1807 самолетов (60 в день). В сентябре 1941 года изготовлено 2329 боевых машин — более 70 в день.

Правда, потом в связи с эвакуацией заводов в глубокий тыл выпуск стал падать, но в дальнейшем его довели до 100 и более самолетов в сутки.

Во время Великой отечественной войны гражданский воздушный флот использовался в военных нуждах. До войны в Красной Армии отсутствовали подразделения военно-транспортной авиации, и для перевозки грузов в военное время предполагалось использовать самолёты гражданского воздушного флота. Постановлением СНК от 23 июня 1941 года ГВФ был подчинён Наркомату обороны СССР; с апреля 1942 года — ВВС Красной армии.

За время войны самолёты ГВФ перевезли 2,35 млн пассажиров и 278 тыс. т грузов, из них 0,82 млн пассажиров и 145 тыс. тонн грузов было перевезено в тылу. Продолжало увеличиваться воздушное движение, и с 1945 года, для увеличения пропускной способности, в СССР на авиалиниях гражданской авиации стало применяться эшелонирование по высоте полёта. Развивалась санитарная авиация. Ещё в конце 1941 года прошла срочная эвакуация всех авиапредприятий из западных и центральных районов европейской части СССР. Местами новой дислокации авиационных предприятий стали Куйбышев, Казань, Чкалов, Уфа, Омск, Новосибирск, Иркутск, Тбилиси, Ташкент и другие города. Всего было перебазировано около 85 % предприятий авиационной промышленности страны. 9 ноября 1941 года Государственный Комитет Обороны утвердил графики восстановления и пуска эвакуированных заводов и планы производства. Была поставлена задача не только восстановить выпуск самолётов, но и значительно увеличить их количество и качество. В тяжелейших условиях один за другим были пущены заводы-дублёры. Уточнялись, упрощались технологии, находили применение новые виды материалов. Рост объёмов выпуска авиационной техники потребовал применения поточной и поточно-конвейерной сборки самолётов и двигателей, а также и других высокопроизводительных технологических процессов. В конце первой половины 1942 года авиационная промышленность уже располагала новой надежной материально-технической базой.

СУ-2 – первый самолет авиаконструктора Петра Сухого, родившегося 120 лет назад. Военный бомбардировщик активно использовался во вторую мировую войну с 1941-1943 год, имел двигатель мощностью 1000 л. с. и хороший обзор из кабины. Инженеры хотели сделать корпус самолета цельным, однако из-за дефицита алюминия в стране (тогда его только начали получать), идея не осуществилась. Всего было построено более 800 самолетов СУ-2 и его модификации СУ-4.

В послевоенный период в СССР, как и в других ведущих странах мира, началось качественное развитие авиации — создание авиационной техники нового поколения реактивной авиации. Увеличилась доля НИИ и ОКБ в общем числе предприятий авиационной промышленности. Закладывалась база развития реактивной авиации — велись интенсивные исследования по аэродинамике больших скоростей, устойчивости, управляемости и прочности скоростных самолетов, газодинамике ВРД, разрабатывались жаропрочные материалы для ГТД.

В 1947—1950 годах началось серийное производство и массовое поступление в Вооружённые Силы СССР реактивной авиации. Ежегодно на вооружение в ВС СССР поступало 400—600 самолётов.

Продолжало увеличиваться воздушное движение, для увеличения пропускной способности, в СССР на авиалиниях гражданской авиации стало применяться эшелонирование по высоте полёта. Развивалась санитарная авиация. В 1946 году она имела 154 санитарно-авиационные станции и 400 самолётов. С 1953 года для обеспечения движения на авиатрассах и в районе аэродромов начали применяться наземные обзорные радиолокаторы. В 1950-е годы в Аэрофлоте стали использоваться реактивные самолёты: один из первых в мире реактивный самолёт Ту-104.

Авиационным сообщением к концу 1950-х годов были обеспечены все столицы союзных республик, а также все областные и краевые центры страны.

Перестройка и последовавший за ней распад СССР нарушил традиционные схемы работы предприятий, отмена системы госзакупок по заявкам авиапредприятий отключили отрасли от государственного финансирования. Гражданские авиакомпании практически отказались от закупок новой техники в связи с падением спроса на авиаперевозки. Уменьшилось государственное финансирование оборонных нужд из-за отсутствием денег в бюджете, резко упал экспорт новых вооружений из-за переизбытка предложения б/у вооружений советских образцов и неумения разрозненных производителей продвигать и поддерживать свою продукцию за рубежом. Производство всех видов авиатехники рухнуло в несколько раз.

Только к концу 90-х — началу 2000-х годов государство озаботилось катастрофическим состоянием авиационной отрасли. Начались попытки создать характерные для успешных капиталистических экономик инструменты финансирования отрасли.

Вместо единого централизованного государственного авиаперевозчика образовалось множество независимых предприятий, большая часть которых со временем перешла из государственной собственности в частную. В 2005 году в РФ насчитывалось до 182 авиакомпаний.

В 2015 году Военно-воздушные силы были объединены с войсками воздушно-космической обороны и составили новый вид вооружённых сил — Воздушно-космические силы, который в соответствии с указом президента России с 1 августа приступил к выполнению поставленных задач.

В 2010 году было выпущено более 100 военных самолётов;

В 2011 году было выпущено 267 вертолётов.В 2014 году «Объединённая авиастроительная корпорация» поставила заказчикам 161 самолёт (124 военных и 37 гражданских); «Вертолёты России» — 271 вертолёт.

Начато серийное производство нескольких самолетов, например новых Sukhoi Superjet 100, Як-130, Су-34, перенесено производство и обновлён Ил-76, совместно с Украиной Ан-148. Серийно выпускается несколько модельных линеек гражданских и боевых вертолётов, в том числе новые Ансат.

25 декабря 2015 года совершил первый полёт учебный самолёт СР-10. 30 декабря 2015 года был сертифицирован новый вертолёт Ми-38. 29 сентября 2016 года состоялся первый полёт учебного самолёта Як-152. 25 мая 2017 года состоялся первый полёт среднего вертолёта Ка-62. 28 мая 2017 года совершил первый полёт пассажирский самолёт МС-21. В августе 2017 года был сертифицирован модернизированный средний вертолёт Ми-171А2. 18 ноября 2017 года совершил первый полёт новый самолёт ДРЛО А-100.

21 декабря 2016 года Постановлением № 1408 Правительства РФ создана Авиационная коллегия при Правительстве России. Главной компетенцией которой является координация действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Федерации, организаций авиационной промышленности и воздушного транспорта в области разработки, производства, эксплуатации и продвижения на рынках отечественной гражданской авиационной техники.

***Контрольные вопросы:***

1. Когда было создано Русское общество воздухоплавания?
2. Кто является пионерами в авиационной промышленности?
3. В каком году состоялся первый полет гидросамолета?

***Домашнее задание:***

Подготовится к устному опросу по теме «Самолеты. История военная и гражданская».

1. Где и когда прошла первая Международная воздухоплавательная выставка?;
2. На какой модели самолета в первые была выполнена мёртвая петля Нестеровым?
3. Назовите первые модели тяжёлой авиации.

**Тема: «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла»**

Урок №32

Теоретический материал

Самолет Ан-12. Ходят легенды, что разработка самолета Ан-12 была инициирована Никитой Сергеевичем Хрущевым во время визита в АКБ. Он спросил во время осмотра Ан-8, какие есть аналоги за рубежом. После того, как узнал, что там есть аналогичные самолеты с четырьмя двигателями, предположил, что в СССР тоже должны делать самолеты с четырьмя двигателями. После чего Олег Константинович Антонов и задумал будущий

Параллельно начались разработки Ан-10 и Ан-12. Для самолета были выбраны двигатели АИ-20. Первый Ан-12 взлетел в Иркутске 16 декабря 1957 года.

Характеристика самолета Ан-12

4 двигателя АИ-20 или АИ-12А.

Размах крыла (м): 38.00

Длина самолета (м): 33.10

Высота самолета (м): 10.50

Площадь крыла (м2): 121.70

Экипаж: 5

Взлетная (т): 61.00

снаряженного (т): 28.00

Платная нагрузка (т): 20.00

Крейсерская скорость (км/ч): 550

Дальность полета с максимальной платной

нагрузкой (с резервами топлива) (км): 3600

Дальность полета с максимальным запасом топлива (км): 6200 Эксплуатационный потолок (м): 10200

Потребная длина ВПП (условия МСА, на уровне моря) (м): 2200

Ан-124 Руслан. Самолет Ан-124 предназначен для доставки войск, боевой техники и вооружения из глубокого тыла на театры военных действий, перевозки крупногабаритных грузов в любую точку земного шара. В самолете широко применяются композиционные материалы. Пол выполнен из титанового сплава.

Многостоечное шасси, снабженное 24 колесами, позволяет использовать самолет с грунтовых взлетно-посадочных полос, а также изменять стояночный клиренс и угол наклона фюзеляжа, что облегчает проведение погрузочно-разгрузочных работ.

Ан-124 вернул СССР лидерство в тяжелой транспортной авиации, лишив Lockheed C-5 Galaxy титула самого большого самолета в мире. В 1985 г. на самолете Ан-124 «Руслан» был установлен 21 мировой рекорд, в том числе по грузоподъемности (171219 кг на высоту 10750 м), а 6 мая 1987 г. был установлен мировой рекорд дальности полета по замкнутому маршруту (20150,92 км). Первый полет лайнера состоялся 26 декабря 1982 года. Поставки начались в 1987 году.

На сегодняшний день выпускаются его модификации. Самолет Ан-124-100 для коммерческих грузовых перевозок. Ан-124А - разрабатываемая модификация, имеющая улучшенные ВПХ, что обеспечит его эксплуатацию с аэродромов 2-го класса. В 1999 г. АНТК им. О.К. Антонова, российское ОАО «Авиастар» и английская авиатранспортная компания Air Foyle подготовили и передали совместное предложение по предоставлению в лизинг министерству обороны Великобритании нового варианта «Руслана» - самолет Ан-124-210, оснащенного двигателями RB211-524Н-Т (тягой 264 кН) фирмы «Rollce-Royce».

Характеристика самолета Ан-124-210 «Руслан»

4 турбореактивных двигателя Д-18T или RB-211-524Н-Т

Размах крыльев: 73.3 м

Длина самолета: 69.1 м

Высота самолета: 20.8 м

Площадь крыла: 628.5 кв.м

Число мест Экипаж: 4-6 чел в зависимости от модификации. Сопровождающих: до 88 человек

Массы и нагрузки:

Максимальный взлетная масса: 405000 кг

Нормальная взлетная масса: 205000 кг

Масса пустого самолета: 180000 кг

Максимальный вес топлива: 230 т.

Летные данные:

Максимальная скорость: 865 км/ч

Крейсерская скорость: 800 км/ч

Дальность перегоночная: 16500 км

Дальность действия: 5000 км

Дальность полета с резервами топлива:

- с грузом 120 тонн: 4800 км;

- с грузом 40 тонн: 12000 км;

- перегоночная: 15700 км;

Практический потолок: 12000 м

Длина разбега при нормальной взлетной массе: 2520 м

Характеристика самолета МС-21

Характеристика самолета МС – 21

|  |  |
| --- | --- |
| Длина самолёта (м) | 33,8 |
| Размах крыла (м) | 35,9 |
| Высота самолёта (м) | 11,5 |
| Ширина салона (м) | 3,81 |
| Ширина фюзеляжа (м) | 4,06 |
| [Максимальная взлётная масса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B7%D0%BB%D1%91%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) (кг) | 72 560 |
| [Максимальная посадочная масса](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0&action=edit&redlink=1) (кг) | 63 100 |
| Максимальная коммерческая нагрузка (кг) | 18 900 |
| Максимальная заправка топливом (кг) | 20 400 |
| Максимальная дальность полёта в двухклассной компоновке, км | 6400 |
| Число пассажирских мест, типовая 2-классная компоновка кресел | 132  (C12+Y120) |

Самолёт МС-21 предназначен для перевозки пассажиров, багажа и грузов на внутренних и международных [авиалиниях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F) и призван конкурировать с иностранными аналогами на всех географических рынках. Данный самолёт имеет самый широкий фюзеляж в классе среднемагистральных самолётов (4,06 м), что позволяет предоставить пассажирам и экипажу комфорт, сравнимый с комфортом [широкофюзеляжных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%84%D1%8E%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D0%B6%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%91%D1%82) самолётов последнего поколения.

Летные данные:

* Крейсерская скорость (км/ч): 910
* Дальность полета с максимальной платной нагрузкой (с резервами топлива) (км): 13570

Характеристика самолета Туполев Ту-204-100

|  |  |
| --- | --- |
| Длина (м) | 46.1 |
| Размах крыла (м) | 42.0 |
| Высота (м) | 13.9 |
| Площадь крыла (кв.м) | 182.4 |
| Макс. взлетный вес (кг) | 103 000 |
| Макс. посадочный вес (кг) | 89 500 |
| Вес пустого (кг) | 56 920 |
| Макс. вес без топлива (кг) | 83 575 |
| Макс. коммерческая загрузка (кг) | 21 000 |
| Емкость топливных баков (л) | 30 812 |

Летные данные:

|  |  |
| --- | --- |
| Макс. дальность полета (км) | 6 900 |
| Дальность полета с макс. загрузкой (км) | 4 400 |
| Макс. крейсерская скорость (км/ч) | 810 |
| Потолок (макс. высота полета) (м) | 12 500 |
| Длина разбега (м) | 2 150 |
| Длина пробега (м) | 2 130 |
| Двигатели | ПС-90А, 2 x 16000 кгс |
| Удельный расход топлива (г/пасс.-км) | 19.6 |
| Часовой расход топлива (кг) | 3 460 |

***Контрольные вопросы:***

1. Назовите основные характеристики самолета.
2. Назовите самый большой транспортный самолет для доставки войск.
3. Сколько человек управляет самолетом Ан-124-210 «Руслан»?

***Домашнее задание:***

Подготовьтесь к устному опросу по теме «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла».

1. Какие самолеты для перевозки пассажиров, багажа и грузов вы знаете?
2. Какая максимальная высота полета самолета Туполев Ту-204-100?
3. Сколько двигателей помогают самолету Ан-124-210 «Руслан» преодолевать воздушное пространство?

**Тема: «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла»**

Урок №33

Теоретический материал

Самолёт (аэроплан) — летательный аппарат тяжелее воздуха для полётов в атмосфере при помощи двигателя и неподвижных крыльев (крыла). Самолёт способен перемещаться с высокой скоростью, используя подъёмную силу крыла. Неподвижное крыло отличает самолёт от махолёта, а наличие двигателя — от планера.

Классификация самолётов по назначению:

* гражданские
* военные:

Военные самолеты в свою очередь классифицируются по назначению:

* истребители;
* истребители-бомбардировщики;
* фронтовые бомбардировщики;
* ракетоносцы;
* штурмовики;
* разведчики;
* корректировщики;
* многоцелевые и специальные;
* транспортные;
* десантные;
* топливозаправщики;
* воздушный авианосец.

*Установившийся горизонтальный полет*. Установившимся горизонтальным полетом называется прямолинейный полет с постоянной скоростью без набора высоты и снижения.

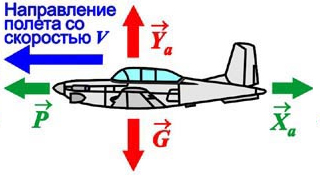


Рисунок 1. Cилы действующие на самолет в горизонтальном полете.

На рисунке 1 показаны силы, действующие на самолет в горизонтальном полете без скольжения, где:  
Y - подъемная сила;  
Х - лобовое сопротивление;  
G - вес самолета;  
Р - сила тяги двигателя.

В основе аэродинамики как науки заложена теорема Николая Егоровича Жуковского, выдающегося русского учёного, основателя аэродинамики, которая была сформулирована еще в 1904 году.

Формулировка теоремы Жуковского: подъёмная сила сегмента крыла бесконечного размаха равна произведению плотности газа (жидкости), скорости газа (жидкости), циркуляции скорости потока и длины выделенного отрезка крыла. Направление действия подъёмной силы получается поворотом вектора скорости набегающего потока на прямой угол против циркуляции.

Скорость потребная для горизонта. Для того чтобы крыло самолета могло создать подъемную силу, равную весу самолета, нужно, чтобы оно двигалось с определенной скоростью относительно воздушных масс.

Скорость, необходимая для создания подъемной силы, равной весу самолета при полете самолета на данном угле атаки и данной высоте полета, называется потребной скоростью горизонтального полета.

Потребная тяга горизонтального полета. Потребной тягой для горизонтального полета называется тяга, необходимая для установившегося горизонтального полета, т. е. для уравновешивания лобового сопротивления самолета на данном угле атаки (Рп=Х).

Pпотр=G/K

где: G – вес самолета;

K – аэродинамическое качество.

Потребная мощность для горизонтального полета. Потребная мощность – необходимая для выполнения режима горизонтального полета, измеряется работай, которую совершает потребная сила тяги за 1 сек.

Nпотр = А /t

Характеристики горизонтального полета

Для построения кривой потребной тяги или потребной мощности необходимы следующие данные:

Полетной вес самолета   
Высота полета   
Площадь крыла   
Поляра самолета

Избыток силы тяги

Разность между располагаемой и потребной силой тяги при данной скорости полета называется избытком силы тяги.

ΔP=Pрасп - Рпотр

Характерные скорости горизонтального полета:

Vmax - Верхний предел диапазона скоростей Vmax вводится для исключения нарушений прочности и жесткости конструкции самолета.

Vmin - Нижний предел диапазона скоростей Vmin вызвана необходимостью исключить возможность выхода самолета на закритический углу атаки, т.е сваливания на крыло и потери устойчивости

Vнв (наивыгоднейшая) - крейсерская скорость — наивыгоднейшая скорость полета самолета или движения корабля, достигаемая при наименьшем расходе топлива; составляет примерно 60 80% максимальной скорости.

Продолжительность полета – это время выраженная в часах в течении которого самолет может, совершат полет без дополнительной заправки топлива.

T= mT/ch ch=cePcy

Где: Ch – часовой расход топлива;  
Ce – удельный расход топлива;  
Pcy – тяга сил установки.

Время полета самолета зависит от:

Вес самолета   
Качество запас топлива   
Удельный расход

***Контрольные вопросы:***

1. Назовите классификацию самолётов по назначению?
2. Какие военные самолеты вы знаете?
3. Установившийся горизонтальный полет, что это означает?

***Домашнее задание:***

Подготовьтесь к устному опросу по теме «Характеристики самолетов. Физика осуществления полета. Подъемная сила крыла».

1. Какие силы, действуют на самолет в горизонтальном полете без скольжения?
2. Кто заложил основы аэродинамики как науки?
3. Скорость, необходимая для создания подъемной силы?

**Тема: «Квадрокоптер. Механика полета»**

Урок№34

Теоретический материал

Квадрокоптер - беспилотный летательный аппарат с четырьмя пропеллерами, который обычно управляется пультом дистанционного управления с земли. Как правило, на нём устанавливается мини-камера, позволяющая вести в полёте фото- и видео съемку. предназначенный для развлечения, съемки фото и видео с воздуха или отработки автоматизированных систем.

Основные составляющие квадрокоптера:

• Рама и лучи;

• Полетный контроллер;

• Винты;

• Моторы;

• АКБ (батарея питания);

• Плата распределения питания;

• Регуляторы скорости;

• Пульт радио управления;

• Радио-приемник;

• Комплект проводов.

Теория полета. В теории полета (аэродинамике) принято выделять три угла (или три оси вращения), которые задают ориентацию и направление вектора движения летательного аппарата.

Три эти угла принято называть крен, тангаж и рыскание.

Крен — это поворот аппарата вокруг его продольной оси (оси, которая проходит от носа до хвоста).

Тангаж — это поворот вокруг его поперечной оси (клюет носом, задирает хвост).

Рыскание — поворот вокруг вертикальной оси, больше всего похожий на поворот в «наземном» понимании.

У нас есть четыре винта, два из них вращаются по часовой стрелке, два — против часовой. В большинстве конфигураций используются винты с неизменяемым шагом и управлять можно только их оборотами. Если они все будут вращаться с одинаковой скоростью, то они скомпенсируют друг друга: рыскание, крен и тангаж будут нулевыми.

• Если мы увеличим обороты одного винта, вращающегося по часовой стрелке, и уменьшим обороты другого винта, вращающегося по часовой стрелке, то мы сохраним общий момент вращения и рыскание по-прежнему будет нулевым, но крен или тангаж (в зависимости от того, где мы сделаем ему «нос») изменятся. А если мы увеличим обороты на обоих винтах, вращающихся по часовой стрелке, а на винтах, вращающихся против часовой стрелки, уменьшим (чтобы сохранить общую подъемную силу), то возникнет вращающий момент, который изменит угол рыскания.

Бортовой компьютер

• принимает сигнал с ручек управления, добавляет поправки с акселерометра и гироскопа и крутит винтами, как ему надо. Для того чтобы спроектировать коптер, необходимо найти баланс между весом, временем полета, мощностью двигателей и другими характеристиками.

• Микропроцессорная система переводит команды радиоуправления в команды двигателям. Чтобы обеспечить стабильное зависание, мультикоптеры в обязательном порядке снабжают тремя гироскопами, фиксирующими крен аппарата. Как вспомогательный инструмент, иногда, также используется акселерометр, данные от которого позволяют процессору устанавливать абсолютно горизонтальное положение, и бародатчик, который позволяет фиксировать аппарат на нужной высоте. Также, применяют сонар для автоматической посадки и удержания небольшой высоты, а также для облёта препятствий. Использование GPS-приемника позволят записывать маршрут полёта заранее, с компьютера, а также, возвращать аппарат в точку взлёта, в случае потери управляющего радиосигнала, или снимать параметры полёта оперативно или потом

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое квадрокоптер для чего он нужен?
2. Три угла или три оси вращения, что это такое?
3. Что такое крен?
4. Дайте определение слову тангаж?
5. Рыскание дайте определение?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Квадрокоптер. Механика полета».

1. Что такое гироскоп?
2. Основные составляющие квадрокоптера?
3. Основные составляющие квадрокоптера?
4. Назовите какую функцию выполняет бортовой компьютер квадракоптере?

**Тема: «Изготовления квадрокоптера»**

Урок№35

Теоретический материал

*Типы квадракоптеров* принято подразделять на несколько категорий.

RTF (Ready to Fly/Готов к полёту) — беспилотник, который доходит до пользователя в полностью собранном виде со всеми необходимыми деталями. Просто зарядите аккумулятор и летите!

BNF (Bind and Fly/Привяжи и лети) — беспилотник поставляется полностью собранным и включает в себя приёмник. Пользователю нужно только выбрать совместимый передатчик и «привязать» его к приёмнику.

ARF (Almost Ready to Fly/Почти готов к полёту) — беспилотник, который поставляется в разобранном виде почти со всеми частями необходимыми для полёта. Такие компоненты как, пульт управления и приёмник, могут отсутствовать.

DIY (Do It Yourself/Сделай сам) — в настоящее время такую сборку называют «кастомной». Как правило подразумевает использование деталей от разных поставщиков и создание или модификацию деталей.

БЛА (БПЛА)/UAV — Беспилотный Летательный Аппарат/Unmanned Aerial Vehicles (любой).

Дрон (Drone) — синоним БПЛА (UAV). Термин «дрон» наиболее применим для военной сферы, тогда как «БПЛА» для хобби.

Мультиротор (Multirotor) — БПЛА с несколькими моторами.

Трикоптер (Tricopter) — БПЛА, который имеет три мотора/пропеллера и как правило три опорных луча.

Квадрокоптер (Quadrocopter) — БПЛА, который имеет четыре мотора/пропеллера и четыре опорных луча. Обычно это конфигурация «+» (где, перед беспилотника обращен к одному из лучей) или «X» (где, перед беспилотника обращен между двумя опорными лучами).

Гексакоптер (Hexacopter) — БПЛА, силовая установка которого имеет шесть моторов/пропеллеров.

Октокоптер (Octocopter) — БПЛА, силовая установка которого имеет восемь моторов/пропеллеров.

Spyder — БПЛА типа «Spyder (Паук)» (обычно квадрокоптер или гексакоптер) у которых опорные лучи располагаются относительно друг друга не симметрично, если смотреть сверху.

V-Tail — БПЛА, который имеет четыре луча, из которых два задних располагаются под углом, образующим «V».

Размер (Size) — «Размер» обычно указывается в миллиметрах (например, 450мм) и представляет наибольшее расстояние между двумя моторами на беспилотном летательном аппарате. Размер также может определить «класс» БПЛА (микро, мини и т.д.).

X4/X8 — конфигурации БПЛА с четырьмя опорными лучами; Конфигурации «X4» имеют по одному мотору на конце каждого луча, тогда как «X8» имеют по два мотора на одном луче (где, один направлен вверх, другой – вниз).

Y3/Y6 — конфигурации БПЛА с тремя опорными лучами; Конфигурации «Y3» имеют по одному мотору на конце каждого луча, тогда как «Y6» имеют по два мотора на одном луче (где, один направлен вверх, другой – вниз).

*Оборудование, относящееся к механике*.

CG (Center of Gravity/Центр тяжести) — это точка на воздушном судне, где вес распределён одинаково по всем сторонам.

Рама (Frame) — рама это своего рода «скелет» воздушного судна, на котором крепятся все детали. Простые рамы имеют моторы, подключенные к алюминиевым или другим лёгким профилям («лучам»), которые затем соединяются с центральным корпусом.

Оболочка/Корпус (Shell) — эстетическое/функциональное покрытие, используемое для улучшения сопротивления элементам, а иногда и для улучшения аэродинамики. Некоторые серийно выпускаемые БПЛА имеют только пластиковую оболочку, которая также выступает в качестве «рамы».

Посадочные опоры (Landing gear) — как правило, многомоторный дрон в отличии от самолёта не имеет колёс, их роль выполняют посадочные опоры. Опоры предотвращают перемещение по земле и снижают общий вес.

Retract/Retractable — обычно относится к шасси, которое имеет два положения: одно для посадки и взлёта, а другое, которое занимает меньше места или улучшает обзор во время полёта.

G10 — этот материал обычно используют вместо углеродного волокна для изготовления каркаса БПЛА, поскольку он не только очень жёсткий и лёгкий, но значительно дешевый.

Защита пропеллеров (Propeller guards/Prop Guards) — это материал, который окружает пропеллер, чтобы препятствовать контакту несущего винта с другими объектами. Защита реализована как средство обеспечения безопасности и способ минимизировать повреждение беспилотника.

Разъёмы/Коннекторы (Connectors) — для соединения и разъединения проводов на их концах применяют разъёмы. Распространённые разъёмы для батарей – «Deans» и «XT60», в то время как разъёмы для контроллера полёта и датчиков расположены с интервалом 0.1 дюйма (2.5мм).

Хомут (Clamp) — «Tube clamp/Трубный хомут» это устройство, обычно используемое на круглой трубе для соединения её с другим устройством (например, с креплением мотора или корпусом БПЛА).

Демпферы (Dampeners) — формованные резиновые детали, используемые для минимизации вибрации, передаваемой по беспилотнику.

Светодиоды (LED — Light Emitting Diode) — применяются с целью обозначить БПЛА в полёте, особенно ночью или в условиях слабого освещения.

*Оборудование, относящееся к силовой установке.*

Тяга/Thrust — это сила, которую может обеспечить конкретный мотор и пропеллер (при определенном напряжении). Обычно измеряется в килограммах (кг/kg) или фунтах (Фунтах/Pounds/Lbs).

BEC — (Battery Eliminator Circuit/Преобразователь бортового питания) встроен в ESC (регулятор напряжения), который может обеспечить регулируемое 5В напряжение постоянного тока для любой электроники, которая в этом нуждается.

ESC (Electronic Speed Controller/Электронный регулятор скорости) — устройство, которое подключается к аккумулятору, мотору и контроллеру полёта и контролирует скорость вращения мотора.

Мотор/Motor — то, что применяется для вращения пропеллеров; в небольших беспилотных летательных аппаратах чаще всего используется коллекторный (Brushed) мотор, тогда как для более крупных беспилотных летательных аппаратов – бесколлекторный (Brushless).

Лопасти/Blades (лопасти пропеллера) — аэродинамическая поверхность создающая подъёмную силу. Как правило пропеллер имеет от двух до четырёх лопастей, которые могут быть как фиксированными, так и складными.

Пропеллер/Propeller (Несущий винт/сокр. Проп) — пропеллеры обеспечивают тягу и больше похожи на те, что используются в самолётах.

Адаптер пропеллера/Prop Adapter — устройство, используемое для сопряжения пропеллера с мотором.

Пропсейвер/Prop Saver — тип втулки, которая устанавливается на верхней части используемого мотора и заменяет адаптер пропеллера/Prop Adapter. В случае аварии часть пропсейвера идёт в расход, чтобы сохранить целостность пропеллера.

PCB (Printed Circuit Board/Печатная плата) — стеклопластиковая пластина, на которой припаяно множество компонентов. Многие электронные продукты имеют печатную плату.

LiPo (Lithium Polymer/Литий-Полимерный) — является наиболее распространенной батареей, используемой в дронах и беспилотных летательных аппаратах из-за её малого веса (относительно ёмкости хранения), а также высокой скорости разряда тока. Помимо LiPo на рынке доступны и другие типы литиевых батарей (LiFe, LiMn, LiOn и т.д.).

Распределение питания/Power Distribution — чтобы питать различное множество устройств, используемых в БПЛА, ресурсы батареи должны быть распределены, и именно здесь в игру вступает распределение питания (плата или кабель). Задействует одну положительную и отрицательную клеммы батареи и предоставляет множество различных клемм/точек подключения, от которых другие устройства (работающие на том же напряжении) могут получать питание.

Сервопривод/Servo — тип привода, который при правильном сигнале может перемещаться в определенное угловое положение.

*Оборудование, относящееся к управлению.*

База (Base)/Земля (Ground)/Станция управления (Control Station) — вместо (или в дополнение) к ручной аппаратуре управления (передатчику) используется станция (обычно в корпусе или на штативе) для размещения/интеграции необходимых компонентов, используемых для БПЛА. Может включать передатчик, антенну(ы), видеоприёмник, монитор, аккумулятор, компьютер и другие устройства.

Привязка/Binding — термин «привязка» относится к настройке портативного передатчика, чтобы он мог связываться с приёмником; если передатчик комплектуется с приёмником, эту настройку должны сделать на заводе.

Канал/Channel — количество каналов в передатчике относится к числу отдельных сигналов, которые он может передавать.

Контроллер полёта/Flight Controller — это то, что считается «мозгом» беспилотного летательного аппарата, который обрабатывает все поступающие данные, расчёты и сигналы. Ядром контроллера полёта часто является программируемый «микроконтроллер». Контроллер полёта может иметь несколько датчиков на борту, включая акселерометр, гироскоп, барометр, компас, GPS и т.д. Если контроллер полёта имеет возможность управлять самолётом самостоятельно (например, для полёта по заданным GPS координатам), его можно считать «автопилотом».

Соединительные жгуты/Harness — как правило это относится к «жгуту проводов», в который входят провода соединяющие приёмник с контроллером полёта (и иногда с другими устройствами).

ВЧ/ОВЧ/УВЧ (HF/VHF/UHF) — название частот, где ВЧ (HF) — высокие (High Frequency); ОВЧ (VHF) — очень высокие (Very High Frequency) и УВЧ (UHF) — ультра высокие (Ultra High Frequency). Измеряются в герцах (Гц/Hz).

Приёмник/Receiver — это то, что участвует в процессе обработки дистанционно полученной информации.

Sketch/Code — программа, которая загружается на контроллер полёта беспилотника (аналогично мыслительному процессу).

Передатчик/Радио (Transmitter/Radio) — это то, что генерирует управляющий сигнал(ы) и дистанционно передаёт приёмнику.

*Сенсоры/Ориентация.* Компас/Compass — магнитный компас может обеспечить навигацию по сторонам света (север/юг/восток/запад).

Инерциальный измерительный блок/IMU (Inertial Measurement Unit) — объединяет в себе сразу два сенсора акселерометр и гироскоп.

Акселерометр/Accelerometer — измеряет линейное ускорение по 1-3 осям. Обычно измеряются в «g/же». Акселерометр может обеспечить ориентацию вашего дрона относительно земли.

Гироскоп/Gyroscope — гироскоп измеряет угловое ускорение по 1-3 осям. Единицы измерения, обычно, в градусах в секунду в квадрате.

Магнитометр/Magenetometer — иногда используется в недорогой робототехнике для определения направления компаса.

Барометр/Высотомер/Давление (Barometer/Altimeter/Pressure) — используется для обеспечения обратной связи относительно занимаемой высоты БПЛА. Он измеряет давление, а, так как давление изменяется с высотой, то беспилотник может «знать/определять» занимаемую высоту.

Трубка Пито/Pitot Tube — устройство, которое измеряет скорость воздуха.

Регистратор полёта/Flight Recorder — записывает значения датчиков БПЛА. Эта функция иногда может быть интегрирована в контроллер полёта.

GPS/Система глобального позиционирования — спутники, вращаясь вокруг планеты, посылают сигналы, которые принимаются GPS антенной и отправляются для обработки GPS приёмником с целью предоставления географических координат.

Антенна/Antenna — это то, что фактически принимает или отправляет сигнал на и от БПЛА (сам сигнал генерируется блоком передатчика). Они бывают разных типов, а также разделяются на направленные (сильные в одном направлении) и всенаправленные.

Крен/Roll — поворот воздушного судна вокруг его продольной оси.

Тангаж/Pitch — угловое движение БПЛА относительно горизонтальной плоскости, или другими словами, вращение воздушного судна относительно оси от крыла до крыла.

Рыскание/Yaw — угловые движения воздушного судна относительно вертикальной оси.

*Видео.* FPV (First Person View/Вид от первого лица) — термин применим к полёту от первого лица, когда беспилотник оборудован FPV камерой, а пользователь используя FPV монитор/FPV очки получает видео с этой камеры в режиме реального времени.

VR (Virtual Reality/Виртуальная реальность) очки/Glasses/Goggles — предоставляют пользователю более «захватывающий» опыт.

Подвес/Gimbal — устройства, которые сопряжены с камерой и как правило приводятся в действие с помощью серводвигателя или бесколлекторного мотора постоянного тока. Подвес — это то, что может стабилизировать камеру в полёте.

GoPro — cерия экшн камер GoPro широко использующихся для съёмки и/или передачи видео.

LCD/ЖКД (Liquid Crystal Display/Жидкокристаллический дисплей) — это тип дисплея/монитора, используемого для отображения изображения, полученного видеоприёмником.

OSD (On Screen Display/На дисплее) — отображает данные полёта на дисплее/мониторе, которые отправляются с БПЛА (например: высота, спутниковые координаты местоположения и т.д.).

***Контрольные вопросы:***

1. Какие типы квадрокоптеров вы знаете?
2. Что такое центр тяжести на квадрокоптере?
3. Что такое тяга?
4. Дайте определение «Электронный регулятор скорости»?

Задание по практической работе:

Самостоятельно изготовить раму БПЛА квадрокоптера.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Изготовления квадрокоптера».

1. Что такое Октокоптер чем он отличается Spyder?
2. Основные составляющие квадрокоптера?
3. Какую силу обеспечивают пропеллеры?
4. Контроллер полёта это?

**Тема: «Изготовления квадрокоптера»**

Урок№36

Теоритический материал

«Трикоптер» БПЛА, который имеет три луча, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью трикоптера принято считать сторону стыка двух лучей (Y3). Угол между лучами может варьироваться, но, как правило он составляет 120°. Чтобы противодействовать гироскопическому эффекту неравномерного числа роторов, а также для изменения угла поворота, задний двигатель должен иметь возможность вращаться (достигается установкой обычного RC серводвигателя). Чтобы исключить из сборки применение сервопривода, используют [конструкцию Y4](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/tricopter-Y4.jpg), которая подразумевает соосную установку дополнительного мотора на заднем луче.

* Преимущества: Необычный внешний вид дрона. Лучших лётных характеристик достигает при полёте в прямом направлении. Цена (для сборки требуется меньшее количество моторов и регуляторов ESC).
* Недостатки: Асимметричная конструкция. Требует применение сервопривода. Сложность исполнения заднего луча (поскольку сервопривод должен быть установлен вдоль оси). Не все полётные контроллеры поддерживают такую конфигурацию.

«Квадрокоптер» дрон который имеет четыре луча, каждый из которых соединен с мотором. Для «[X конфигурации](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/X-configuration-UAV.jpg)» передней частью квадрокоптера принято считать сторону стыка двух лучей, для «[+ конфигурации](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/configuration-UAV.jpg)» передом может считаться продольный луч.

* Преимущества: Самый распространённый мультироторный дизайн. Простейшая и универсальная конструкция. В стандартной конфигурации лучи/моторы симметричны относительно двух осей. Все доступные на рынке контроллеры полёта могут работать с такой мультироторной сборкой.
* Недостатки: Отсутствие избыточности (если в системе происходит сбой, особенно в элементах силовой установки, беспилотник падает).

«Гексакоптер» имеет шесть лучей, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью гексакоптера принято считать сторону стыка двух лучей, но также передом может считаться и продольный луч.

* Преимущества: При необходимости, конструкция гексакоптера позволяет легко добавить два дополнительных луча и мотора, что позволит увеличить суммарную тягу, в следствии чего дрон сможет поднять больше полезной нагрузки. В случае отказа одного из моторов, допускается вероятность, что дрон сможет осуществить мягкую посадку, а не разбиться. Модульная конструкция рамы. Почти все полётные контроллеры поддерживают эту конфигурацию.
* Недостатки: Громоздкая и дорогостоящая конструкция. Дополнительные двигатели и детали увеличивают вес коптера, соответственно чтобы получить туже продолжительность полёта, что и у квадрокоптера, необходимо устанавливать более ёмкие АКБ.

«Конструкция Y6» представляет собой тип гексакоптера у которого в основе не шесть лучей, а три, каждый из которых соединён с парой соосно установленных моторов (итого 6 моторов). При этом стоит обратить внимание, что нижние пропеллеры проецируют тягу вниз.

* Преимущества: Меньшее количество компонентов по сравнению с гексакоптером. Поднимает больше полезной нагрузки по сравнению квадрокоптером. При использовании винтов с встречным вращением исключается гироскопический эффект, как у [Y3](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/tricopter.jpg). В случае отказа одного из моторов, допускается вероятность, что дрон сможет осуществить мягкую посадку, а не разбиться.
* Недостатки: Более дорогой по сравнению с квадрокоптером из-за использования дополнительных деталей, равноценных по стоимости деталям гексакоптера. Дополнительные моторы и детали увеличивают вес коптера, а значит, чтобы получить то же время полёта, что и у квадрокоптера, необходимо будет использовать АКБ большей ёмкости. Как показывает практика, тяга полученная на Y6, немного ниже чем у обычного гексакоптера, вероятно, потому, что нижний винт влияет на тягу верхнего винта. Не все полётные контроллеры поддерживают такую конфигурацию.

«Октокоптер» дрон имеет восемь лучей, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью гексакоптера принято считать сторону стыка двух лучей.

* Преимущества: Больше моторов = больше тяги, и соответственно повышенная избыточность, позволяющая дрону уверенно перемещаться с тяжёлыми и дорогостоящими DSLR камерами.
* Недостатки: Больше моторов = более высокая цена и большой АКБ. Ввиду своей дороговизны актуален только для профессиональной сферы.

«Конструкция X8» по-прежнему является октокоптером, только не с восемью, а с четырьмя лучами, каждый из которых соединён с парой соосно установленных моторов (итого 8 моторов).

* Преимущества: Больше двигателей = больше тяги, и соответственно повышенная избыточность. Больше шансов мягко посадить дрон в случае отказа мотора.
* Недостатки: Больше моторов = более высокая цена и большой АКБ. Ввиду своей дороговизны актуален только для профессиональной сферы деятельности.

***Контрольные вопросы:***

1. Дайте описание БПЛА Трикоптер.
2. Дайте описание БПЛА Квадрокоптер.
3. Дайте описание БПЛА Гексакоптер.
4. Дайте описание БПЛА Октокоптер.

Задание по практической работе:

Самостоятельно произвести сборку и спайку электронной начинки дрона.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Изготовления квадрокоптера».

1. Назовите преимущества и недостатки Трикоптера.
2. Назовите преимущества и недостатки Квадрокоптера.
3. Назовите преимущества и недостатки Гексакоптер.
4. Назовите преимущества и недостатки Октокоптер.

**Тема: «Изготовления квадрокоптера»**

Урок№37

Теоритический материал

Теперь, когда мы выбрали или построили раму, следующим шагом будет выбор правильной силовой установки. Так как большинство существующих дронов являются электрическими, мы сосредоточимся на создании исключительно электрической тяги посредством бесколлекторных моторов постоянного тока. В состав силовой установки входят моторы, несущие винты (пропеллеры, сокр. пропы), ESC и аккумуляторная батарея.

От того какие моторы вы будете использовать в своей сборке, будет зависеть, какую максимальную нагрузку сможет поднять дрон, а также сколько времени он сможет находиться в полёте. Силовая установка должна обязательно состоять из моторов одной марки и модели, такой подход обеспечит ей сбалансированную работу. При этом стоит, отметь, что даже абсолютно одинаковые (Бренд/Модель) моторы могут иметь незначительную разницу в скорости, которую в последующем выравнивает полётный контроллер.

В коллекторных (Brushed) моторах ротор с обмоткой вращается внутри статора на котором магниты зафиксированы жёстко. В бесколлекторных (Brushless) моторах всё на оборот; обмотка крепится жёстко к внутренней части статора, а магниты установлены на валу и вращаются. В большинстве случаев вы будете рассматривать только бесколлекторные моторы (БК) постоянного тока. Моторы такого типа широко используются в индустрии радиолюбителей при сборке различных продуктов, начиная от вертолётов и самолётов и заканчивая системами привода в автомобилях и катерах.

Бесколлекторные моторы типа «Pancake» имеют больший диаметр, они более плоские и как правило имеют высокий крутящий момент и более низкое значение KV (детали ниже). В БПЛА небольших размеров (обычно размером с ладонь) чаще всего используют маленькие коллекторные моторы из-за более низкой цены и простого двухпроводного контроллера. Несмотря на то, что бесколлекторные моторы могут быть разных размеров и иметь разные характеристики, выбор меньшего размера совсем не означает, что будет дешевле.

Существует несколько типов бесколлекторных моторов постоянного тока:

* **Inrunner** – внутренний ротор. Обмотка зафиксирована на статоре, магниты установлены на валу ротора, который вращается (как правило используются на радиоуправляемых лодках, вертолётах и автомобилях из-за высокого KV).
* **Outrunner** – наружный ротор. Магниты зафиксированы на статоре, который вращается вокруг неподвижной обмотки. Нижняя часть мотора зафиксирована. (как правило, у моторов такого типа больше крутящего момента).
* **Hybrid Outrunner** – технически это «Outrunner», но реализованный в корпусе «Inrunner». Такой подход позволил объединить в одном типе крутящий момент «Outrunner» и отсутствие внешних вращающихся элементов как у моторов типа «Inrunner».

Рейтинг KV – макс. число оборотов, которое может развить мотор без потери в мощности при заданном напряжении. Для большинства многороторных БЛА актуально низкое значение KV (например, от 500 до 1000), поскольку это способствует обеспечению стабильности. В то время как для акробатического полёта будет актуальным значение KV между 1000 и 1500, в тандеме с несущими винтами (пропеллерами) меньшего диаметра. Допустим, значение KV для конкретного мотора составляет 650 об/вольт, то при напряжении в 11.1В мотор будет вращаться со скоростью: 11.1 × 650 = 7215 об/мин, а если вы будете использовать мотор при более низком напряжении (скажем, 7.4В), то частота вращения составит: 7.4 × 650 = 4810 об/мин. При этом важно отметить, что использование низкого напряжения, как правило означает, что потребление тока будет выше (Мощность = Ток × Напряжение).

Некоторые производители бесколлекторных моторов могут указывать в спецификации информацию о максимально возможной тяге (Thrust) создаваемой мотором в купе с рекомендуемым несущим винтом. Единицей измерения тяги, как правило, являются килограмм (Кг/Kg), фунт (Lbs) или Ньютон (N). Например, если вы строите квадрокоптер и вам известно, значение тяги отдельно взятого мотора = до 0.5кг в купе с 11-дюймовым несущим винтом, то на выходе четыре таких мотора смогут поднять на максимальной тяге: 0.5кг × 4 = 2кг. Соответственно, если общий вес вашего квадрокоптера составляет чуть менее 2кг, то c такой силовой установкой он будет взлетать только на максимальных оборотах (макс. тяге). В данном случае будет актуальным, либо выбрать более мощную связку «мотор + несущий винт», которые позволят обеспечить большую тягу, либо уменьшить общую массу беспилотника. При макс. тяге силовой установки = 2кг, вес дрона должен составлять не более половины этого значения (1кг, включая вес самих моторов). Аналогичный расчёт можно сделать для любой конфигурации. Предположим, что вес гексакоптера (включая раму, моторы, электронику, аксессуары и т.д.) составляет — 2.5кг. Значит каждый двигатель для такой сборки должен обеспечивать (2.5кг ÷ 6 моторов) × 2 = 0.83кг тяги (или более). Теперь вы знаете как рассчитать оптимальную тягу моторов исходя из общего веса, но прежде чем принимать решение, предлагаем ознакомиться с разделами ниже.

### Дополнительные соображения:

* **Разъёмы:** у коллекторных моторов постоянного тока доступно два разъёма «+» и «-». Смена проводов местами меняет направление вращения мотора.
* **Разъёмы:** бесколлекторные моторы постоянного тока имеют три разъёма. Чтобы узнать как их подключить, а также как изменить направление вращения, обратитесь к разделу «ESC» ниже.
* **Обмотки:** обмотки влияют на KV моторов. Если вам необходимо наиболее низкое значение KV, но при этом в приоритете крутящий момент, будет лучшим обратить своё внимание на бесколлекторные моторы постоянного тока типа «Pancake».
* **Монтаж:** у большинства производителей есть общая схема монтажа для БК моторов постоянного тока, которая позволяет компаниям, производящим рамы не прибегать к изготовлению так называемых адаптеров. Шаблон как правило метрический, с двумя отверстиями разнесёнными на 16мм друг от друга, и ещё двумя отверстиями, разнесёнными на 19мм (под углом 90° к первому).
* **Резьба:** монтажная резьба, используемая для крепления бесколлекторного мотора к раме, может варьироваться. Обычные метрические размеры винтов М1, М2 и М3, имперские размеры могут быть 2-56 и 4-40.

Несущие винты (пропеллеры, сокр. пропы) для многороторных БЛА берут своё начало от винтов радиоуправляемых самолётов. Многие спросят: почему бы не использовать лопасти вертолёта? Несмотря на то, что это уже было сделано, представьте себе размеры гексакоптера с лопастями от вертолёта. Также стоит отметить, что вертолётная система требует изменения шага лопастей, а это существенно усложняет конструкцию.

Вы также можете спросить, почему бы не использовать турбореактивный двигатель, турбовентиляторный двигатель, турбовинтовой двигатель и т.д? Безусловно они невероятно хороши для обеспечения большой тяги, но при этом требуют большое количество энергии. Если первостепенной задачей беспилотника является очень быстрое перемещение, а не зависание в ограниченном пространстве, один из выше перечисленных двигателей может быть хорошим вариантом.

Несущие винты большинства мультироторных БЛА имеют две, либо три лопасти. Наибольшее применение получили винты с двумя лопастями. Не думайте, что добавление большего количества лопастей автоматически приведёт к увеличению тяги; каждая лопасть работает в потоке, возмущенном предыдущей лопастью, снижая КПД пропеллера. Несущий винт малого диаметра имеет меньшую инерцию и следовательно его легче ускорять и замедлять, что актуально при акробатическом полёте.

Тяга, создаваемая несущим винтом, зависит от плотности воздуха, числа оборотов винта, его диаметра, формы и площади лопастей, а также от его шага. Эффективность винта связана с углом атаки, который определяется как шаг лопасти минус угол спирали (угол между результирующей относительной скоростью и направлением вращения лопасти). Сама эффективность — это отношение выходной мощности к входной. Большинство хорошо спроектированных винтов имеют КПД более 80%. На угол атаки влияет относительная скорость, поэтому пропеллер будет иметь разную эффективность при разных скоростях мотора. На эффективность также сильно влияет передний край лопасти несущего винта, и очень важно, чтобы он был максимально гладким. Несмотря на то, что конструкция с переменным шагом была бы наилучшей, дополнительная сложность, необходимая по сравнению с присущей многороторной простотой, означает, что пропеллер с переменным шагом почти никогда не используется.

Несущие винты рассчитаны на вращение по часовой стрелке (CW), либо против часовой стрелки (CCW). На направление вращения указывает наклон лопасти ([смотреть на пропеллер с торца](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/counter-rotating-how-check.jpg)). Если правая кромка лопасти выше — CCW, если левая кромка — CW. Если конструкция вашего беспилотника подразумевает перевёрнутое расположение моторов (как в случае с конфигурациями [Vtail](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/vtail.jpg), [Y6](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/y6.jpg), [X8](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/X8-design.png)) обязательно измените направление вращения несущих винтов, чтобы тяга была направлена вниз. Лицевая сторона несущего винта всегда должна быть обращена к небу. Документация которая идёт с контроллером полёта как правило содержит информацию о направлении вращения каждого винта, для каждой поддерживаемой контроллером многомоторной конфигурации.

Материал(ы), используемые для изготовления несущих винтов (пропеллеров), могут оказывать умеренное влияние на лётные характеристики, но безопасность должна быть главным приоритетом, особенно если вы новичок и не опытны.

* **Пластмасса (ABS/Нейлон и т.д.)** — является самым популярным выбором, когда речь заходит о многомоторных БЛА. Во многом это связано с низкой стоимостью, достойными лётными характеристиками и показательной долговечностью. Как правило в случае краша, по крайней мере, один пропеллер оказывается сломанным, и пока вы осваиваете дрон и учитесь летать, у вас всегда будет много сломанных пропов. Жёсткость и ударопрочность пластикового винта может быть улучшена посредством усиления углеродным волокном (карбон), такой подход макс. результативен и не так дорог по сравнению с винтом полноценно исполненным и карбона.
* **Фиброармированный полимер (углеродное волокно, нейлон усиленный карбоном и т.д.)** — является «передовой» технологией во многих отношениях. Детали из углеродного волокна всё ещё не очень просты в изготовлении, и поэтому вы платите за них больше, чем за обычный пластиковый винт с аналогичными параметрами. Пропеллер изготовленный из углеродного волокна сложнее сломать или согнуть, и, следовательно, при краше, он нанесёт больший ущерб всему, с чем соприкоснётся. Одновременно с этим, карбоновые винты, как правило, хорошо сделаны, более жёсткие (обеспечивают минимальные потери в эффективности), редко требуют балансировки и имеют более лёгкий вес по сравнению с любыми другими материалами исполнения. Такие винты рекомендуется рассматривать только после того, как уровень пилотирования пользователя станет комфортным.
* **Дерево** — редко используемый материал для производства несущих винтов многороторных БЛА, поскольку для их изготовления требуется механическая обработка, которая в последствии делает деревянные пропеллеры дороже пластиковых. При этом дерево вполне прочное и никогда не гнётся. Отметим, что деревянные пропеллеры всё ещё применяют на радиоуправляемых самолётах.

Складные пропы имеют центральную часть, которая соединяется с двумя поворотными лопастями. Когда центр (который соединен с выходным валом мотора) вращается, центробежные силы действуют на лопасти, выталкивая их наружу и по существу делая пропеллер «жёстким», с тем же эффектом, что и классический не складываемый винт. Из-за низкого спроса и большого количества требуемых деталей, складные пропеллеры встречаются реже. Основное преимущество складных пропов это компактность, а в сочетании со складной рамой, транспортировочные размеры дрона могут быть значительно меньше полётных. Сопутствующим преимуществом складного механизма является отсутствие необходимости, при краше, менять винт целиком, достаточно будет заменить только повреждённую лопасть.

Как и БЛА, несущие винты могут имеют широкий диапазон размеров. Таким образом, в этой отрасли существует целый ряд «стандартных» диаметров вала двигателя. В связи с чем несущие винты часто поставляются с небольшим набором переходных колец (выглядят как шайбы с отверстиями разного диаметра в центре), которые устанавливают в [центральное посадочное отверстие пропа](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/Prop-place-for-adapter-rings-setup.jpg), в случае если диаметр отверстия несущего винта оказался больше диаметра вала используемого мотора. Так как не все разработчики комплектуют пропы набором таких переходных колец, рекомендуется заблаговременно сверять диаметр отверстия приобретаемых пропов с диаметров вала вашего мотора.

Фиксироваться винт на моторе может исходя из того, какой из способов крепления поддерживает ваш мотор. Если вал мотора не подразумевает никаких вариантов крепежа (резьб. соединение, различные приспособления для крепления и т.д.), в таком случае применяются специальные адаптеры, такие как пропсейверы и цанговые зажимы.

* [**Пропсейвер**](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/prop-saver.jpg) – представляет из себя втулку с боковыми симметрично расположенными отверстиями в которые вкручены винты. Втулка надевается на вал мотора и фиксируется боковыми винтами. Поверх втулки устанавливается пропеллер который в свою очередь фиксируется резиновым кольцом идущим в комплекте с втулкой (как правило в комплекте их несколько). Из-за своей ненадёжности, но в тоже время быстрого монтажа, лучше всего подходят для проведения кратковременных тестовых полётов в процессе сборки беспилотника.
* [**Цанговый зажим**](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/Propeller-motor-with-collet-adapter.jpg) – по сравнению с пропсейвером является более сбалансированным и надёжным адаптером. Цанговый зажим состоит из разрезной конусообразной втулки с резьбовым соединением (Цанга), зажимной втулки, шайбы и кок-гайки. Сначала на вал мотора одевается цанга, затем зажимная втулка, после идут несущий винт (пропеллер) с шайбой, замыкает конструкцию зажима кок-гайка.

Бесколлекторные моторы с наружным ротором (типа «Outrunner») как правило, в верхней его части, имеют [несколько резьбовых отверстий](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/Outrunner-Brushless-Motor.jpg) рассчитанных под установку различных адаптеров и креплений. Не менее популярным вариантом крепления пропеллера на валу БК мотора является [самозатягивающая гайка](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/Motor-with-nut.jpg). Вал такого мотора на конце имеет резьбу, направление которой противоположно направлению вращения ротора. Такой подход исключает самопроизвольное откручивание фиксирующей гайки, обеспечивая безопасную и надежную эксплуатацию дрона.

Защита несущих винтов – призвана исключить прямой контакт силовой установки БЛА с встречным объектом, сохранив тем самым её целостность и работоспособность, а также не допустить получение травм о быстро вращающиеся пропеллеры в результате столкновения с людьми и животными. Защита пропеллеров крепится к основной раме. В зависимости от варианта исполнения может как частично перекрывать рабочую зону силовой установки, так и полностью (кольцевая защита). Защита винтов чаще всего применяется на небольших (игрушечных) БЛА. Применение в сборке элементов защиты несёт и ряд компромиссов, среди которых:

* Может вызывать избыточную вибрацию.
* Как правило выдерживает не сильные удары.
* Может понизить тягу, если под пропеллером размещено слишком много крепёжных опор.

Неудовлетворительная балансировка имеет место быть у большинства недорогих пропеллеров. Чтобы в этом убедиться, далеко ходить не надо, достаточно вставить в центральное посадочное отверстие винта карандаш (как правило при дисбалансе одна сторона будет тяжелее другой). В связи с чем настоятельно рекомендуется проводить балансировку своих пропов, перед тем как устанавливать их на моторы. Несбалансированный пропеллер будет вызывать избыточные вибрации, которые в свою очередь отрицательно влияют на работу полётного контролера (проявляется в некорректном поведении дрона в полёте), не говоря уже об увеличении шумности, повышенном износе элементов силовой установки и ухудшении качества съёмки подвешенной камеры.

Пропеллер может быть уравновешен [разными способами](https://youtu.be/OXuNnYQO2s4), но если вы строите беспилотник с нуля, то в арсенале инструментов обязательно должен быть недорогой балансир пропеллеров, позволяющий легко и просто определять дисбаланс веса в винте. Для выравнивания веса, вы можете либо отшлифовать наиболее тяжёлую часть пропа (равномерно шлифуется центральная часть лопасти, и не в коем случае не отрезайте часть пропеллера), также можно балансировать путём наклеивания отрезка скотча (тонкий) на более лёгкую лопасть (добавляете отрезки равномерно до тех пор пока не будет достигнут баланс). Обратите внимание, что чем дальше от центра вы делаете балансировочную модернизацию (шлифование или добавление ленты) пропеллера, тем больше будет эффект, основанный на принципе крутящего момента.

ESC (англ. Electronic Speed Controller; рус. электронный контроллер скорости) — позволяет полётному контроллеру управлять скоростью и направлением вращения мотора. При правильном напряжении, ESC должен выдерживать макс. ток, который может потреблять мотор, а также ограничивать ток проходящий через фазу при коммутации. Большинство ESC, применяемых в беспилотном хобби, позволяют мотору вращаться только в одном направлении, однако с правильной прошивкой они могут работать в обоих направлениях.

Изначально ESC может сбивать с толку, потому что для его подключения доступно несколько проводов/контактов/коннекторов, доступных с двух сторон (ESC может приходить как с уже припаянными коннекторами, так и без).

* **Подача питания:** два толстых провода (обычно чёрный и красный) предназначены для подачи питания от распределительной платы/жгута проводов к которым питание приходит непосредственно от основной аккумуляторной батареи дрона.
* **3 коннектора:** С противоположной стороны контроллера доступны три коннектора предназначенные для соединения с тремя пулевидными коннекторами (как правило идут в комплекте с моторами) на бесколлекторном моторе. Применение коннекторов при подключении ESC позволяет при необходимости (в случае сбоя) осуществить быструю смену контроллера без использования паяльника. Бывает, что пулевидные коннекторы идущие с мотором не соответствуют коннекторам на регуляторе, в таком случае просто замените на подходящие. Какой из трёх «плюс», а какой «минус»? Ориентир простой, приходящий плюсовой провод от батареи, переходит в плюсовой на ESC, аналогично и с минусом.
* **3-контактный R/C servo разъём с тонкими проводами:** посредством которых осуществляется обработка сигнала поступающего от приёмника, из которых один провод является сигнальным (передача сигнала газа к ESC или вход), второй «минус» (или земля), и плюсовой провод (не задействуется, если отсутствует встроенный BEC; при встроенном BEC является выходом 5В питания, который в последствии можно использовать для питания бортовой электроники).

Во времена зарождения авиамоделизма в качестве силовой установки использовался двигатель внутреннего сгорания, а питание бортовой электроники осуществлялось от небольшой батареи. С приходом электрической тяги и регуляторов (ESC), в последние, стали включать так называемую цепь устранения батареи — BEC (на англ. Battery Eliminator Circuit; или преобразователь бортового питания; как правило, обеспечивает дополнительный источник тока напряжением 5В при силе тока 1А, либо выше). Иными словами это преобразователь напряжения используемой в сборке [LiPo](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html) в напряжение для питания бортовой электроники беспилотника.

При сборке мультиротора необходимо подключить все ESC к контроллеру полёта, но потребуется только один BEC, иначе могут возникнуть проблемы при подаче питания на одни и те же линии. Поскольку обычно нет способа отключить BEC на ESC, лучше всего удалить красный провод (+) и обмотать его изолентой для всех ESC, кроме одного. Также важно оставить чёрный провод (земля) для общего заземления.

Не все существующие на рынке ESC одинаково хороши для применения в мультироторных сборках. Важно понимать, что до появления многомоторных БЛА, бесколлекторные моторы использовались в первую очередь в качестве силовой установки радиоуправляемых автомобилей, самолётов и вертолётов. Большинство из них не требуют быстрого времени отклика или обновления. ESC с встроенным программным обеспечением SimonK или BLHeli способны очень быстро реагировать на входящие изменения, что в целом предопределяет разницу между стабильным полётом или крашем.

Поскольку каждый ESC питается от основной батареи, основной разъем АКБ должен быть как-то разделен на четыре ESC. Для этого используется [плата распределения питания](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/power-distribution-board.jpg) или [жгут распределения питания](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/power-distribution-harness.jpg). Эта плата (или кабель) разделяет положительные и отрицательные клеммы основного аккумулятора на четыре. Важно отметить, что типы разъёмов, используемых на аккумуляторе, ESC и распределительной плате, могут не совпадать, поэтому лучше по возможности выбирать «стандартный» разъём (например, [Deans](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/deans-connectors.jpg)), который используется повсеместно. Многие недорогие платы могут требовать пайки, в данном случае пользователь решает сам какой конкретный разъём ему использовать в сборке. Самый простой распределитель питания может включать в себя два входных клеммных блока, либо пайку всех положительных соединений вместе, а затем всех отрицательных соединений вместе.

Батареи, используемые в беспилотных летательных аппаратах, в настоящее время исключительно [литий-полимерный (LiPo)](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html), причем состав некоторых из них бывает достаточно экзотичным — литий-марганцевые или другие варианты лития. Свинцовая кислота просто не подходит, а NiMh/NiCd все еще слишком тяжелы для своей ёмкости и часто не могут обеспечить требуемые высокие скорости разряда. LiPo предлагает высокую производительность и скорость разряда при небольшом весе. Недостатками являются их сравнительно высокая стоимость и постоянные проблемы с безопасностью (пожароопасные).

На практике вам потребуется только один аккумулятор для вашего БПЛА. Напряжение этой батареи должно соответствовать выбранным вами БК моторам. Почти все АКБ, используемые в наши дни, основаны на литии и содержат несколько элементов (банок) по 3.7В каждая, где 3.7В = 1S (т.е однобаночная АКБ; 2S – двух баночная и т.д.). Поэтому батарея с маркировкой 4S, вероятно, будет иметь номинальное значение: 4 × 3.7В = 14.8В. Также количество банок поможет вам определить, какое зарядное устройство необходимо использовать. Отметим, что однобаночная батарея большой ёмкости физически может выглядеть как многобаночная батарея низкой ёмкости.

Ёмкость аккумуляторной батареи измеряется в ампер-часах (Ач). Аккумуляторы небольших размеров могут иметь ёмкость от 0.1Ач (100 мАч), ёмкость АКБ для беспилотных летательных аппаратов среднего размера может варьироваться от 2-3Ач (2000 мАч — 3000 мАч). Чем выше ёмкость, тем дольше время полёта, и соответственно тяжелей АКБ. Время полёта обычного БПЛА может находится в интервале 10-20 минут, что может показаться недолгим, но вы должны понимать, что беспилотник в процессе полёта постоянно борется с гравитацией, и в отличие от самолёта, он не имеет поверхностей (крыльев) обеспечивающих помощь в виде оптимальной подъёмной силы.

Скорость разряда от литиевой батареи измеряется в «C», где 1C — ёмкость батареи (обычно в ампер-часах, если вы не рассматриваете дрон размером с ладонь). Скорость разряда большинства LiPo батарей составляет не менее 5C (в пять раз больше ёмкости), но, так как большинство моторов, используемых в мультироторных БЛА, потребляют большой ток, батарея должна иметь возможность разряжаться при невероятно высоком значении тока, который, как правило, составляет порядка 30А или более.

LiPo АКБ не совсем безопасны, так как они содержат газообразный водород под давлением и имеют тенденцию [гореть и/или взрываться](https://youtu.be/TroeW_SmRTk), когда что-то не так. Таким образом, если у вас есть какие-либо сомнения относительно работоспособности аккумулятора, не в коем случае, не подключайте его к беспилотнику или даже к зарядному устройству — считайте его «списанным» и утилизируйте его надлежащим образом. Контрольные признаки того, что с аккумулятором что-то не так это вмятины или вздутие (т.е. утечка газа). При зарядке LiPo батареи лучше всего использовать безопасные [LiPo ящики](https://youtu.be/pzlXcv5ONSY) (Battery safe box). [Хранение батареи](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html#i-17) также лучше осуществляться в этих ящиках. В случае краша, первое, что вам нужно сделать, это отключить и проверить аккумулятор. Батарея исполненная в боксе может увеличить вес, но при этом реально поможет защитить АКБ при краше. Некоторые производители продают аккумуляторы с жестким чехлом и без него.

Большинство LiPo аккумуляторов имеют [два разъема](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html#i-2): один предназначен для использования в качестве основных «разрядных» проводов, способных выдерживать большой ток, а другой, обычно меньшего размера и короче, является разъёмом для зарядки (как правило белый JST разъём), в котором один контакт соответствует заземлению, а остальные, количеству банок АКБ. Его вы подключаете к зарядному устройству, посредством которого осуществляется зарядка (и балансировка) каждой банки батареи. [Зарядное устройство](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html#i-8) обязательно должно сообщать, когда зарядка завершена, и, учитывать [проблемы безопасности связанные с литий-полимерными батареями](https://dronomania.ru/faq/vsyo-o-lipo-batareyah-dlya-fpv-dronov.html#___LiPo). После окончания процесса зарядки, лучше всего сразу отсоединять аккумулятор от зарядного устройства.

Аккумуляторная батарея является самым тяжелым элементом беспилотника, поэтому её следует устанавливать в центральной мёртвой точке, чтобы обеспечить одинаковую нагрузку на моторы. Аккумуляторная батарея не подразумевает какого-либо специального монтажа (особенно саморезы, которые могут повредить LiPo и вызвать возгорание), поэтому некоторые используемые сегодня методы монтажа включают в себя ремни на липучке, резиновые, пластиковые отсеки и другие. Самым распространённым вариантом монтажа АКБ является подвешивание батареи под рамой с помощью ремня с липучкой.

***Контрольные вопросы:***

1. Что является силовой установкой на БПЛА Квадрокоптер?
2. Отличительны черты коллекторных и бесколлекторных моторов применяемых для квадрокоптеров.
3. Что обозначает характеристика рейтинг KV?
4. Отличительные особенности винтов применяемых для вертолетов и квадрокоптеров.

Задание по практической работе:

Самостоятельно произвести установку электронной начинки дрона. Ученики совместно с учителем приступают к установке электронных компонентов дрона на раму.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Изготовления квадрокоптера».

1. Дайте определение термину угол атаки.
2. Назовите основное преимущество складных пропелеров.
3. Что такое [**пропсейвер**](https://dronomania.ru/wp-content/uploads/2019/05/prop-saver.jpg)?
4. От каких воздействий защищает квадрокоптер Защита несущих винтов?

**Тема: «Изготовления квадрокоптера»**

Урок№38

Теоритический материал

Теперь, когда вы выбрали или спроектировали раму БПЛА, выбрали моторы, несущие винты, ESC и батарею, можно приступить к выбору полётного контроллера. Полётный контроллер для мультироторного беспилотного летательного аппарата представляет собой интегральную схему, обычно состоящую из микропроцессора, датчиков и входных/выходных контактов.

После распаковки контроллер полёта не знает какой конкретный тип или конфигурацию БПЛА вы используете, поэтому изначально необходимо будет установить определенные параметры в программном обеспечении, после чего заданная конфигурация загружается на борт. Вместо того, чтобы просто сравнивать доступные в настоящее время полётные контроллеры, подход, который мы здесь использовали, перечисляет, какие элементы ПК отвечают за какие функции, а также аспекты, на которые необходимо обратить внимание.

8051 vs AVR vs PIC vs ARM: Семейство микроконтроллеров составляющее основу большинства современных контроллеров полёта. Arduino основан на AVR (ATmel), и сообщество, похоже, сосредоточено на MultiWii, как на предпочтительном коде. Microchip является основным производителем чипов PIC. Трудно утверждать, что одно лучше другого, всё сводится к тому, что может делать программное обеспечение. ARM (например, STM32) использует 16/32- битную архитектуру, при этом десятки используют 8/16-битные AVR и PIC. Поскольку одноплатные компьютеры становятся все менее и менее дорогостоящими, ожидается появление полётных контроллеров нового поколения, которые могут работать с полноценными операционными системами, такими как Linux, или Android.

ЦП: Обычно их разрядность кратна 8 (8-бит, 16-бит, 32-бит, 64-бит), что в свою очередь указывает на размер первичных регистров в ЦП. Микропроцессоры могут обрабатывать только установленное (максимальное) количество бит в памяти за один раз (такт). Чем больше бит может обработать микропроцессор, тем более точной (и более быстрой) будет обработка. Например, обработка 16-битной переменной на 8-битном процессоре происходит куда медленней, чем на 32-битном. Обратите внимание, что код также должен работать с правильным количеством бит, а на момент написания этой статьи лишь немногие программы используют код, оптимизированный для32 бит.

Рабочая частота: Частота, на которой работает основной процессор. Также по умолчанию её называют «тактовой частотой». Частота измеряется в герцах (циклов в секунду). Чем выше рабочая частота, тем быстрее процессор может обрабатывать данные.

Программная память/Флэш: Флэш-память — это место, где хранится основной код. Если программа сложная, она может занимать много места. Очевидно, что чем больше память, тем больше информации она может хранить. Память также актуальна при хранении данных в полёте, таких как координаты GPS, планы полёта, автоматическое движение камеры и т.д. Код, загруженный на флэш-память, остается на чипе даже после отключения питания.

SRAM: SRAM расшифровывается как «Статическая память с произвольным доступом» и представляет собой пространство на чипе, которое задействуется при выполнении расчетов. Данные, хранящиеся в оперативной памяти, теряются при отключении питания. Чем выше объём оперативной памяти, тем больше информации будет «легко доступно» для расчетов в любой момент времени.

EEPROM: электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (ЭСППЗУ) обычно используется для хранения информации, которая не изменяется во время полёта, например настройки, в отличие от данных, хранящихся на SRAM, к которым могут относиться показания датчика и т.д.

Дополнительные порты Ввода/Вывода: большинство микроконтроллеров имеют большое количество цифровых и аналоговых портов ввода и вывода, на контроллере полёта некоторые используются под датчики, другие для связи, либо для общего ввода и вывода. К этим дополнительным портам могут быть подключены RC сервоприводы, системы подвеса, зуммеры и многое другое.

Аналого-цифровой преобразователь (A/D converter/АЦП): Если датчики используют бортовое аналоговое напряжение (обычно 0-3.3В или 0-5В), аналого-цифровой преобразователь должен преобразовать эти показания в цифровые данные. Как и в случае с процессором, количество бит, которое может быть обработано АЦП, предопределяет максимальную точность. С этим связана тактовая частота, с которой микропроцессор может считывать данные (количество раз в секунду), чтобы убедиться, что информация не потеряна. Тем не менее, трудно не потерять часть данных во время такого преобразования, поэтому чем выше разрядность АЦП, тем более точными будут показания, но при этом важно, чтобы процессор смог справиться с той скоростью, с которой отправляются данные.

Часто в спецификации полётного контроллера описываются два диапазона напряжений, первый из которых представляет собой диапазон входного напряжения самого контроллера полёта (большинство работает при

номинальном напряжении 5В), а второй — диапазон входного напряжения

основного микропроцессора (3.3В или 5В). Поскольку контроллер полёта является встраиваемым устройством, вам необходимо обратить внимание только на входящий диапазон напряжения контроллера. Большинство контроллеров полёта мультироторных БЛА работают при напряжении 5В, так как это напряжение вырабатывает BEC (для получения дополнительной информации см. раздел «Силовая установка»).

Повторим. В идеале не нужно запитывать контроллер полёта отдельно от основной батареи. Единственное исключение — если вам нужна резервная

АКБ на случай, когда основная батарея отдаёт столько энергии, что BEC не может вырабатывать достаточно тока/ напряжения, вызывая тем самым отключение питания/сброс. Но, в таком случае вместо резервной батареи часто используют конденсаторы.

С точки зрения аппаратного обеспечения, контроллер полёта по сути является обычным программируемым микроконтроллером, только со специальными датчиками на борту. Как минимум, контроллер полёта будет включать в себя 3-осевой гироскоп, но без автовыравнивания. Не все контроллеры полёта оснащаются указанными ниже сенсорами, но они также

могут включать их комбинацию:

Акселерометр: Как следует из названия, акселерометры измеряют линейное ускорение по трем осям (назовём их: X, Y и Z). Обычно измеряется в «G (на рус. Же)». Стандартное (нормальное) значение, составляет g = 9.80665 м/с². Для определения положения, выход акселерометра может быть интегрирован дважды, правда из-за потерь на выходе объект может быть подвержен дрейфу. Самой значимой характеристикой трёхосевых акселерометров является то, что они регистрируют гравитацию, и как таковые, могут знать, в каком направлении «спуск». Это играет главную роль в обеспечении стабильности многороторного БЛА. Акселерометр должен быть установлен на контроллере полёта так, чтобы линейные оси совпадали с основными осями беспилотника.

Гироскоп: Гироскоп измеряет скорость изменения углов по трём угловым осям (назовём их: альфа, бета и гамма). Обычно измеряется в градусах в секунду. Обратите внимание, что гироскоп не измеряет абсолютные углы напрямую, но вы можете выполнить итерацию, чтобы получить угол, который, как и у акселерометра, способствует дрейфу. Выход реального гироскопа имеет тенденцию быть аналоговым или I2C, но в большинстве случаев вам не нужно беспокоиться об этом, так как все поступающие данные обрабатываются кодом контроллера полёта. Гироскоп должен быть установлен так, чтобы его оси вращения совпадали с осями БПЛА.

Инерционный измерительный блок (IMU): IMU — по сути, это небольшая плата, которая содержит как акселерометр, так и гироскоп (обычно многоосевые). Большинство из них включают трёхосевой акселерометр и трёхосевой гироскоп, другие могут включать дополнительные сенсоры, например трёхосевой магнитометр, обеспечивающий в общей сложности 9 осей измерения.

Компас/Магнитометр: Электронный магнитный компас способный определять магнитное поле Земли и использовать эти данные для определения направления компаса беспилотника (относительно северного магнитного полюса). Этот сенсор почти всегда присутствует, если система имеет GPS вход и доступно от одной до трех осей.

Давление/Барометр: Так как атмосферное давление изменяется по мере удаления от уровня моря, можно использовать сенсор давления, чтобы получить довольно точные показания высоты БПЛА. Для расчёта максимально точной высоты, большинство контроллеров полёта получают данные одновременно от сенсора давления и спутниковой системы навигации (GPS). При сборке обратите внимание, что предпочтительнее, чтобы отверстие в корпусе барометра было накрыто куском поролона, это уменьшить отрицательное влияние ветра на чип.

GPS: Система глобального позиционирования (GPS) чтобы определить своё конкретное географическое местоположение, использует сигналы, посылаемые несколькими спутниками обращающимися по орбите вокруг Земли. Контроллер полёта может иметь как встроенный GPS модуль, так и подключаемый посредством кабеля. GPS антенну не следует путать с самим GPS модулем, которая может выглядеть и как маленький черный ящик, и как обычная «Duck» антенна. Чтобы получить точные данные местоположения, модуль GPS должен принимать данные от нескольких спутников, и чем их больше, тем лучше.

Расстояние: Датчики расстояния все чаще используются на беспилотниках, поскольку GPS-координаты и датчики давления не могут рассказать вам, насколько далеко вы находитесь от земли (холма, горы или здания), либо столкнётесь ли вы с объектом или нет. Датчик расстояния, обращенный вниз, может быть основан на ультразвуковой, лазерной или лидарной технологии (ИК-сенсоры могут испытывать проблемы в работе при солнечном свете). Датчики расстояния редко входят в стандартный комплект

полётного контроллера.

Ниже приведён список самых популярных режимов полёта, тем не менее не все из них могут быть доступны в полётных контроллерах. «Режим полёта» — это способ, посредством которого полётный контроллер использует сенсоры и входящие радиокоманды для обеспечения стабилизации и полёта БПЛА. Если используемая аппаратура управления имеет пять и более каналов, пользователь может настроить программное обеспечение, что позволит ему изменять режимы через 5 канал (вспомогательным переключателем) непосредственно во время полёта.

ACRO — обычно режим по умолчанию, из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуется только гироскоп (беспилотник не может автоматически выравниваться). Актуален для спортивного (акробатического) полёта.

ANGLE — стабильный режим; из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп и акселерометр. Углы ограничены. Будет удерживать беспилотник в горизонтальном положении (но без удержания позиции). HORIZON — сочетает в себе стабильность режима «ANGLE», когда стики находятся вблизи центра и перемещаются медленно, и акробатику режима «ACRO», когда стики находятся в крайних положениях и перемещаются быстро. Контроллером полёта задействуется только гироскоп. BARO (Altitude Hold) — стабильный режим; из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр и барометр. Углы ограничены. Барометр используется для удержания определенной (фиксированной) высоты, когда с аппаратуры управления не подаются никакие команды. MAG (Heading Hold) — режим блокировки курса (направления компаса), беспилотник будет сохранять Yaw ориентацию. Из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр и компас.

HEADFREE (CareFree, Headless, Безголовый) — исключает отслеживание ориентации (Yaw) дрона и тем самым позволяет перемещаться в 2D направлении согласно перемещению стика управления ROLL/PITCH. Из всех имеющихся сенсоров, Программное обеспечение контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр и компас.

GPS/Return to Home — автоматически использует компас и GPS, чтобы вернуться к месту взлёта. Из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр, компас, и модуль GPS. GPS/Waypoint — позволяет беспилотнику автономно следовать по предварительно установленным GPS точкам. Из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр, компас, и модуль GPS. GPS/Position Hold — удерживает текущую позицию с помощью GPS и барометра (если доступен). Из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуются гироскоп, акселерометр, компас, и модуль GPS. Failsafe (аварийный/отказоустойчивый режим) — если другие режимы полёта заданы не были, беспилотник переходит в режим Acro. Из всех имеющихся сенсоров, контроллером полёта задействуется только гироскоп. Актуален при сбоях в программном обеспечении беспилотника, позволяет восстановить контроль над БЛА посредством ранее предустановленных команд.

Proportional Integral Derivate (PID) или Пропорционально-интегрально дифференцирующий регулятор (ПИД) — часть программного обеспечения полётного контроллера, которое считывает данные с сенсоров и вычисляет, как быстро должны вращаться моторы, чтобы сохранить желаемую скорость перемещения БЛА. Разработчики готовых к полёту БЛА как правило оптимально настраивают параметры ПИД-регулятора, поэтому большинство RTF беспилотников отлично пилотируются прямо из коробки. Чего не скажешь про кастомные сборки БЛА, где актуально использование универсального полётного контроллера подходящего для любой мультироторной сборки, с возможностью регулировки значений PID до тех пор, пока они не будут соответствовать требуемым характеристикам полёта конечного пользователя.

Graphical User Interface (GUI) или Графический интерфейс пользователя — это то, что используется для визуального редактирования кода (при помощи компьютера), который будет загружен в полётный контроллер. Программное обеспечение, поставляемое с контроллерами полёта, продолжает становиться все лучше и лучше; первые контроллеры полёта использовали в основном текстовые интерфейсы, которые требовали, чтобы пользователи понимали почти весь код и меняли определенные разделы в соответствии с проектом. В последнее время в GUI применяются интерактивные графические интерфейсы, с целью облегчить пользователю настройку необходимых параметров.

Программное обеспечение, используемое на некоторых контроллерах полёта, может иметь дополнительные функции, которые недоступны для других. Выбор конкретного контроллера полёта может в конечном итоге зависеть от того, какие дополнительные функции/ функциональные возможности предлагаются разработчиком. В список таких функций могут входить:

* Автономная навигация по путевым точкам — позволяет

пользователю устанавливать путевые GPS точки, по которым

беспилотник будет следовать автономно.

* Oribiting — перемещение беспилотника вокруг заданной GPSкоординаты, где передняя часть дрона всегда направлена в

сторону заданной координаты (актуально для съёмки).

* Follow me — многие БЛА имеют функцию «Follow Me/Следуй за

мной», которая может быть основана на спутниковом

позиционировании (например, отслеживание GPS-координат

смартфона, либо встроенного в аппаратуру управления модуля

GPS).

* 3D-изображение — большая часть 3D-изображений выполняется

после полёта при помощи изображений и GPS данных полученных

во время полёта.

* Открытый код — программное обеспечение некоторых полётных

контроллеров, не может быть изменено/настроено. Продукты с

открытым исходным кодом, как правило, позволяют опытным

пользователям изменять код в соответствии с их конкретными

потребностями.

Управление посредством радиосвязи обычно включает в себя RC передатчик/RC transmitter (в беспилотном хобби — радиоаппаратура управления/пульт) и RC приёмник (RC receiver). Для взаимодействия с БПЛА пользователю потребуется как минимум четырёх (и более) канальный RC передатчик. По умолчанию первые четыре каналасвязаны с: Throttle/Elevation (взлёт и снижение)

Yaw (вращение вокруг своей оси влево и вправо)

Pitch (движение вперёд и назад)

Roll (движение влево и вправо)Все остальные имеющиеся каналы могут быть задействованы для таких действий как:

Pitch (движение вперёд и назад)

Roll (движение влево и вправо)

Арминг (Arming или Arm)/Дизарминг (Disarming или Disarm) — постановка/снятие с охраны моторов.

Управление подвесом (панорамирование вверх/вниз, вращение по часовой стрелке/против часовой стрелки, зуммирование)

Смена режимов полёта (ACRO/ANGLE и т.д.)

Активировать/Задействовать полезную нагрузку (парашют, зуммер или другое устройство).

Большинство пользователей (пилотов БПЛА) предпочитают именно ручное управление, это ещё раз доказывает, что пилотирование при помощи аппаратуры управления по прежнему является выбором номер один. Сам по себе RC приёмник просто передаёт поступающие от RC передатчика значения, а значит не может управлять беспилотником. RC приёмник должен быть подключен к контроллеру полёта, который в свою очередь должен быть запрограммирован для приёма RC сигналов. На рынке очень мало полётных контроллеров, которые принимают входящие радиокоманды от приёмника на прямую, а большинство ПК даже обеспечивают питание приёмника от одного из контактных выводов. Дополнительные соображения при выборе пульта дистанционного управления включают в себя:

Не все RC передатчики могут обеспечить полный диапазон RC сигналов от 500мс до 2500мс; некоторые искусственно ограничивают этот диапазон, так как большинство используемых RC предназначены для радиоуправляемых автомобилей, самолётов и вертолётов.

Дальность/Макс. воздушный радиус действия (измеряется в футах или метрах) RC-системы — практически никогда не предоставляются производителями, поскольку на этот параметр влияют множество факторов, таких как помехи, температура, влажность, заряд батареи и другие.

Некоторые RC-системы имеют приёмник, который также имеет встроенный передатчик для передачи данных от датчика (например, GPS-координат), которые в последствии будут отображаться на ЖК-дисплее RC передатчика.

Bluetooth и более поздние продукты BLE (Bluetooth Low Energy) изначально предназначались для передачи данных между устройствами без заморочек сопряжения или согласования частот. Некоторые имеющиеся на рынке контроллеры полёта могут отправлять и получать данные по беспроводной связи через соединение Bluetooth, что упрощает поиск неисправностей в полевыхусловиях.

Управление по Wi-Fi обычно достигается посредством Wi-Fi роутера, компьютера (в том числе ноутбук, десктоп, планшет) или смартфон. WiFi в состоянии справится как с передачей данных, так и с передачей видеопотока, но одновременно с этим эту технологию сложнее настроить/реализовать. Как и для всех Wi-Fi устройств, расстояние удаления ограничено Wi-Fi передатчиком.

Радиочастотное (РЧ) управление в этом контексте относится к беспроводной передаче данных с компьютера или микроконтроллера на летательный аппарат с использованием РЧ передатчика/ Приёмника (или двухполосного приёмопередатчика). Использование обычного радиочастотного блока, подключенного к компьютеру, позволяет осуществлять двухполосную связь на большие расстояния с высокой «плотностью» данных (обычно в последовательном формате).

Хоть это и не тип связи, самого вопроса, как управлять дроном используя смартфон, достаточно, чтобы уделить ему отдельный раздел. Современные смартфоны это по сути мощные компьютеры, которые по случайному совпадению могут также совершатьтелефонные звонки. Почти все смартфоны имеют встроенный модуль Bluetooth, а также модуль WiFi, каждый из которых используется для управления дроном и/или получения данных и/или видео.

Инфракрасная связь (то что можно найти в каждом телевизионном пульте дистанционного управления) редко используется для управления дронами, так как даже в обычных комнатах (не говоря уже об открытом пространстве) присутствует так много инфракрасных помех, что они не очень надёжны. Несмотря на то, что технологию можно использовать для управления БПЛА, не может быть предложена как основной вариант.

Функциональность: Производители полётных контроллеров, обычно, стараются предоставить как можно больше функций — либо включены по умолчанию, либо приобретаются отдельно в качестве опций/дополнений. Ниже приведены лишь некоторые из множества дополнительных функций, на которые вы, возможно, захотите взглянуть при сравнении контроллеров полёта.

Демпфирование: даже небольшие вибрации в раме, обычно вызываемые несбалансированными несущими винтами и/или моторами, могут быть выявлены встроенным акселерометром, который, в свою очередь, отправит соответствующие сигналы на главный процессор, который предпримет корректирующие действия. Эти незначительные исправления не нужны или не желательны для стабильного полёта, и лучше всего, чтобы контроллер полёта вибрировал как можно меньше. По этой причине между контроллером полёта и рамой часто используются виброгасители/демпферы.

Корпус: защитный корпус вокруг контроллера полёта может помочь в различных ситуациях. Помимо того, что корпус выглядит более эстетично, чем голая печатная плата, корпус часто обеспечивает некоторый уровень защиты элект. элементов, а также дополнительную защиту в случае краша.

Монтаж: Существуют различные способы установки контроллера полёта на раму, и не все контроллеры полёта имеют одинаковые варианты монтажа:

* Четыре отверстия на расстоянии 30.5мм или 45мм друг от друга в

квадрате.

* Плоская нижняя часть для использования с наклейкой.
* Четыре отверстия в прямоугольнике (стандарт не установлен).

Сообщество: поскольку вы создаете кастомный дрон, участие в онлайн сообществе может значительно помочь, особенно, если вы столкнулись с проблемами или хотите получить совет. Получение рекомендаций от сообщества или просмотр отзывов пользователей, касательно качества и простоты использования различных контроллеров полёта, может также быть полезным.

Аксессуары: Для полноценного использования продукта, помимо самого контроллера полёта, могут потребоваться сопутствующие элементы (аксессуары или опции). Такие аксессуары могут включать, но не ограничиваются ими: модуль GPS и/или GPS антенна; кабели; монтажные принадлежности; экран (LCD/OLED);

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое рабочая частота процессора?
2. Какие сенсорные приборы устанавливаются на квадрокоптер?
3. Перечислите основные режимы полета квадрокоптера.
4. Как происходит взаимодействие квадрокоптера с человеком который им управляет.

Задание на практическое занятие:

Самостоятельно произвести настройку квадрокоптера с помощью пульта управления.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Изготовление квадрокоптера».

1. Для чего необходимо демпфирование в квадрокоптере;
2. Можно ли управлять квадрокоптером при помощи wi-fi связи;
3. Что такое воздушный радиус действия;
4. Какую функцию выполняют датчики расстояния.

**Тема: «Изготовление квадрокоптера»**

Урок№39

Теоретический материал

Компоненты, которые вы должны иметь на этом этапе:

* Рама (купленная или исполненная вручную);
* Моторы, ESC, пропеллеры, аккумулятор, зарядное устройство;
* Плата распределения питания/соединительные жгуты;
* Контроллер полёта и устройство связи (предложено

радиоуправление).

Для достижения целей этого урока, силовая установка вашего БПЛА

будет включать следующие компоненты:

* Моторы
* ESC
* Распределение питания (плата или соединительные жгуты)
* Аккумуляторная батарея
* Полётный контроллер

Обратите внимание, что пропеллеров в списке нет. Не устанавливайте пропеллеры на данном этапе! Несущие винты будут подключены только на финише. Поскольку это ваш первый беспилотник, мы рекомендуем выполнить «безрамное» подключение электрической части, перед тем, как установить всё на раму; с целью проверить все соединения и устранить выявленные неисправности.

Соединение между аккумулятором и системой распределения питания должно быть относительно простым, если они оба имеют одинаковый тип разъёма. Если это так, то переходите к следующему шагу. Если же разъёмы разные, то не в коем случае не перерезайте провода аккумулятора для отделения разъёма; это может вызвать короткое замыкание и неприятный удар током! Вместо этого вы можете подобрать переходник и использовать его между разъёмом на АКБ и разъёмом платы распределения питания. Другим вариантом может выступать поиск ответного разъёма к разъёму АКБ, и его покупка; затем отрежьте существующий разъём от распределителя питания и припаяйте купленную замену, предварительно убедившись в отсутствии связи между положительным и отрицательным контактами.

Важно отметить, что большинство мультироторных БЛА не имеют переключателя вкл/выкл, поэтому питание подаётся и отключается путем подключения и отсоединения основной батареи от разъёма распределителя питания, поэтому их разъемы должны быть надёжно закреплены, а провода/точки пайки хорошо изолированы посредством термоусадочной трубки и/или изолентой.

Плата распределения питания (ПРП) или проводное распределение в первую очередь служат для распределения питания от основной батареи к каждому ESC. Напряжение подается на ESC «как есть», поэтому нет необходимости повышать (увеличивать) или понижать (уменьшать) напряжение. Если ваш беспилотник имеет четыре двигателя, то у вас должно быть четыре ESC, и, следовательно, ваша распределительная плата/проводное распределение должны в конечном итоге разделить основную батарею на четыре соединения. Если же ваша ПРП имеет шесть подключений, а вы собираете квадрокоптер, то вам просто не нужно подключать последние два. Если вы строите гексакоптер, ваша ПРП должна распределить питание от основной батареи на шесть соединений. ESC включает в себя следующие провода:

* Один 3-проводной 0.1-дюймовый шлейф с R/C разъёмом, в числе

которых чёрный контакт обычно является заземлением, красный

обеспечивает 5В выход (через BEC\*), а жёлтый/белый является

входом сигнала.

* Три раздельных провода служат для подключения к трём проводам на бесколлекторном моторе постоянного тока (обычно поставляются с разъёмами типа «пуля» с внутренней резьбой,которые либо уже припаяны, либо включены в комплект).
* Два входных разъёма для подключения аккумулятора к PDB (некоторые включают паяные разъёмы с пайкой, какие-то входят в комплект, а бывает вообще не входят).

\*ESC обычно имеют встроенную цепь устранения батареи (или BEC), которая преобразует напряжение основной батареи в 5В для последующего питания приёмника и контроллера полёта. 5В обычно подаётся через RC разъём от ESC (обычно центральный/красный контакт). Вам потребуется только один BEC для питания контроллера полёта. Если плата распределения питания использует разъёмы, которые не совпадают с разъёмами на ESC или АКБ, то вам нужно будет, либо приобрести переходники (адаптеры), либо приобрести новые разъёмы и заменить их на ESC или ПРП. Преимущество остаётся за платой распределения питания, разъёмы которой совпадают с разъёмами АКБ и ESC. Чаще всего литий-полимерная аккумуляторная батарея БЛА может иметь DEANS разъём, XT60 или EC3. Если вы хотите запитать дополнительную слаботочную электронику (светодиодную систему освещения, подвесное устройство и т.д.), но на вашей плате распределения питания нет запасных соединений, вы можете использовать зарядный кабель аккумуляторной батареи. Белый зарядный разъём обычно имеет один контакт для заземления и по одному контакту для каждой банки (1S, 2S, 3S и т.д.) используемой в сборке LiPo АКБ. Несмотря на то, что этот разъём действительно предназначен только для зарядки батареи, он может обеспечивать выходное напряжение равное 3.7В от каждого контакта и может использоваться для питания слаботочной электроники, такой как подвесная система или светодиоды.

* Удалите красный повод у каждого 3-контактного R/C разъёма регулятора скорости, за исключением одного. Рекомендуется это сделать таким образом, чтобы при необходимости вы всегда могли подключить их обратно. Замотайте конец каждого исключённого провода изолентой или используйте для изоляции термоусадочную трубку, чтобы в последствии они не смогли контактировать с другими элементами электроники. Тот единственный красный провод, что остался не тронутым, будет питать используемый в сборке полётный контроллер.
* Подключите два питающих провода каждого ESC к распределительной плате, убедившись, что красный провод подводится к плюсу (+), а чёрный провод к минусу (-).
* Если используемая вами плата распределения питания имеет свои R/C разъёмы, то в данном случае решать вам, подключать R/C выводы каждого ESC к R/C разъёмам на этой плате или подключать их напрямую к полётному контроллеру.
* Подсоедините каждый из трёх разъёмов моторов к трём разъёмам регуляторов скорости (ESC). На данный момент порядок подключения этих разъёмов не важен (если повлияет на направление вращения, то будет исправлено по мере необходимости позднее).

Обратите внимание, что если вы решите на данном этапе убрать или скрыть проводку, позднее вам может потребоваться доступ к некоторым соединениям в соответствии с процедурой, описанной в 6 уроке, в частности, поменять местами соединения между ESC и мотором, чтобы двигатель вращался в противоположном направлении.

Сейчас вы можете подключить R/C входы регуляторов скорости к контроллеру полёта. Выбранный вами контроллер полёта должен иметь схему, в которой показано, к каким контактам контроллера подключаются моторы вашей мультироторной сборки. Также в этой схеме должно быть показано направление вращения каждого мотора, но, опять же, пока вам не нужно учитывать направление.

* Ознакомьтесь со схемой подключения между моторами/ESC и

полётного контроллера в руководстве по эксплуатации ПК.

* Подключите R/C разъёмы каждого ESC к соответствующим контактам полётного контроллера, убедитесь, что провод заземления (обычно чёрный) подключается к контакту заземления контроллера полёта, а сигнальный контакт (белый или желтый) подключается к сигнальному контакту на контроллере полёта.
* Только один из RC разъёмов будет по-прежнему иметь красный

(питающий) контакт.

Предположим, что на этом уроке вы сделали выбор в пользу радиоуправления в качестве устройства ввода. Если вы хотите использовать WiFi, Bluetooth или другой способ ввода, пожалуйста, прочитайте инструкцию по контроллеру полёта и найдите последовательный ввод; в этом разделе будет описано, как/куда подключить устройство последовательного ввода к контроллеру полёта. Скорее всего, вам потребуется найти и подключить передающее (Tx), принимающее (Rx), напряжение (5В) и GND-контакты от беспроводного устройства к передатчику, обеспечивая Rx от одного к Tx другого, и наоборот.

Ваш RC передатчик должен приходить в комплекте с соответствующим RC приёмником. Приёмник должен быть привязан к передатчику, чтобы вы могли удалить перемычку привязки с приёмника (если она есть). В комплект также может входить держатель АА батарейки, которая предназначена для питания приёмника, но мы не будем использовать её, поскольку BEC будет питать как приёмник, так и контроллер полёта. Чтобы узнать, какие каналы RC приёмника подключаются к каким контактам на контроллере полёта, вам нужно взглянуть на руководство пользователя как контроллера полёта, так и RC системы.

В руководстве к контроллеру полёта будут указаны местоположения следующих контактов, которые должны быть согласованы и подключены к приёмнику:

* Throttle
* Pitch
* Yaw
* Roll
* Вспомогательные (Aux) переключатели 1, 2, 3 и т.д.

Теперь вы можете сделать следующие подключения:

* Прочитайте руководство к контроллеру полёта, чтобы увидеть, какой входной R/C контакт связан с какой из перечисленных выше функций.
* Прочтите руководство к передатчику, чтобы узнать, какой канал связан с каждой из функций.
* Некоторые RC передатчики могут быть перепрограммированы для изменения функций каждого контакта. Если вы решите изменить какой нибудь вход (джойстик или переключатель), делайте это лишь после того, как убедитесь, что знаете, какой канал на приёмнике соответствует какой функции. Throttle, Pitch, Yaw, и Roll всегда должны быть связаны с двумя стиками/джойстиками, а не с переключателями или кнопками.
* Подключите канал Throttle на приёмнике к входу Throttle на контроллере полёта.
* Подключите канал Pitch на приёмнике к входу Pitch на контроллере полёта.
* Подключите канал Yaw на приёмнике к входу Yaw на контроллере полёта.
* Подключите GND на контроллере полёта (обычно третий ряд контактов) к GND на приёмнике (обычно третий ряд контактов).
* Если будет использоваться вспомогательный вход, подключите Aux 1 на приёмнике к Aux 1 на контроллере полёта и так далее.

Вы можете использовать 3-контактные серво провода для каждого из каналов, но только один из каналов (может быть любым) должен иметь напряжение и заземление; остальным нужен только сигнальный провод. Все соединения могут иметь GND к GND, хотя требуется только одно. Еще раз, приёмнику не нужна отдельная батарея, поскольку он будет получать питание от контроллера полёта, который получает питание от BEC от одного из ESC.

Если вы строите свою собственную раму, вы можете собрать её на этом этапе. Если вы приобрели рамный комплект, следуйте инструкции по сборке. Обратите внимание, что вам может потребоваться разобрать определенные участки, чтобы облегчить подключение или убрать (скрыть) элементы электрики. Цель заключается в том, чтобы гарантировать, что ничто не ослаблено, все провода надёжно закреплены, и ничто не может выпасть из рамы или запутаться.

Батарея, используемая для питания, часто является самым тяжелым элементом на БПЛА и может составлять от 1/4 до 1/2 его общего веса. Поэтому, место её установки очень важно. Идеальное расположение основного аккумулятора должно быть в центре коптера, чтобы все двигатели могли выдерживать примерно одинаковую нагрузку. Если аккумулятор расположен ближе к задней части коптера, задние моторы должны будут обеспечивать большую тягу, чем моторы спереди, и, соответственно, максимальная общая тяга будет ограничена (когда задние двигатели находятся на полной тяге, на моторах спереди тяги не будет). Принимая во внимание, что обычный подход в мультироторной конструкции состоит в том, чтобы коптер был симметричен относительно центральной оси (или, по крайней мере, одной оси), поэтому батарею следует размещать вдоль этой центральной линии, а не смещать ее в одну или другую сторону. Далее вам нужно будет решить, на какой высоте разместить аккумулятор. Есть несколько мест, где батарея может быть установлена:

* Под рамой (коптер будет тяжелым снизу, более стабильным и

менее акробатичным).

* Прямо под моторами (обычно внутри рамы); возможно, одно из

лучших мест.

* На той же высоте, что и двигатели или несущие винты (например, устанавливается в верхней части рамы).
* Над пропеллерами (БПЛА будет сверху тяжелым и более

склонным к перевороту).

Для достижения наилучших лётных характеристик, в идеале АКБ должна быть расположена в положении 3, описанном выше. Положение 4 создает эффект перевернутого маятника, и, если БПЛА наклонится за пределы определенного угла, то дрон будет стремиться к перевороту. Положение 1 создаст достаточно стабильную платформу, которая по своей природе склонна оставаться на одном уровне, но при этом крайне не годится для акробатики. Поэтому большинство разработчиков выбирают положение 2 и размещают аккумулятор либо непосредственно под рамой, либо внутри нее. Такой подход освобождает пространство под рамой для полезной нагрузки, такой как система подвеса, а пространство выше для контроллера полёта и другой электроники, чтобы они были максимально доступны.

Существует множество общепринятых способов крепления батареи к раме, которые включают в себя:

* Ремни с липучкой;
* Самоклеющаяся липучка (одна сторона клеится на АКБ, а другая на раме);
* В раме;

Ремни с липучкой являются наиболее распространенными для пользовательских дронов среднего «стандартного» размера, тогда как заключение в раме чаще всего встречается на коммерческих беспилотниках, рамы таких БЛА зачатую отливаются под давлением и оставляют внутри пространство специально под определенный аккумулятор. Липучки в идеале следует использовать только в том случае, если батарея относительно лёгкая; вместо одного короткого отрезка в центре, рекомендуется клеить одну полосу по всей длине батареи. Если вы используете ремни на липучке и обнаруживаете, что батарея склонна к выдвиганию из-за отсутствия сцепления, рекомендуется добавлять резиновые полоски в места, где батарея контактирует с ремнями. Не рекомендуется использовать клей для крепления аккумулятора к раме. Если вы не используете БЛА, извлеките АКБ и храните её в безопасной LiPo сумке (LiPo safe bag) или керамическом резервуаре.

Весьма вероятно, что вы выбрали литий-полимерный (LiPo) или другой литиевый аккумулятор. Большинство LiPo аккумуляторов свыше 3.7В имеют для зарядки отдельный кабель с многоконтактным разъёмом, в то время как силовой кабель можно определить по наличию двухконтактного разъёма с более крупными проводами, способными выдерживать большой ток разряда. Разъём для зарядки обычно имеет по одному контакту для каждой банки батареи, а также общий контакт заземления. Из-за опасностей, связанных с LiPo батареями (водород и электричество), обычной практикой является полное извлечение батареи из дрона, когда она не используется, и помещение ее в безопасную сумку «LiPo Safe». Эта же сумка используется при зарядке батареи (подключите батарею к зарядному устройству, поместите батарею в сумку (оставив зарядное устройство вне сумки) и закройте её (обычно в ней есть клапан с липучкой).

В идеале контроллер полёта должен быть расположен в центре дрона на той же высоте, что и моторы. Если это невозможно, то контроллер можно поставить чуть выше или ниже. Не стоит устанавливать контроллер полёта больше в направлении левой или правой стороны, и избегайте установки его со сдвигом вперед или назад. Если вы приобрели раму для БПЛА, то у таких зачастую есть монтажные отверстия для контроллера полёта, которые находятся в оптимальном месте. Контроллер полёта может быть закреплен любым из следующих основных способов:

* Винты/Гайки /Стойки (основные)
* Двухсторонняя клейкая лента (убедитесь, что она достаточно

прочная)

* Двусторонняя клейкая пена (для достижения демпфирующего

эффекта)

* Резиновые демпфирующие втулки (для значительного

демпфирования)

Некоторые полётные контроллеры либо имеют, либо могут иметь опционально защитный кейс. Этот корпус защищает печатную плату от пыли и нескольких капель дождя и может принять на себя удар в случае краша. В некоторых случаях используются резиновые демпферы/втулки, которые уменьшают вибрацию, вызванную несбалансированными моторами/пропеллерами.

Идеальная сборка — макс. жесткая рама с идеально сбалансированной силовой установкой и хорошо изолированным от вибраций контроллером полёта.

ESC подключаются между моторами, распределительной платой/ кабелем и контроллером полёта. Стандартная длина проводов ESC и моторов, как правило не требует их удлинения в процессе сборки мультиротора. ESC должны обеспечивать высокий ток и, соответственно могут сильно нагреваться в процессе эксплуатации. Идеальное расположение регулятора находится непосредственно под лопастями несущего винта на опорном луче; такой подход обеспечит ему хорошее охлаждение. ESC может быть прикреплен к опоре с помощью стяжек (по одной на каждой стороне ESC), ленты или почти любым другим способом, который не будет препятствовать отводу тепла. ESC не должны устанавливаться в месте, ограничивающем рассеивание тепла (например, в закрытой металлической коробке), и должны располагаться на расстоянии от чувствительной электроники, такой как контроллер полёта или приёмник.

Сам RC приёмник может быть расположен почти в любом месте на беспилотнике. Исключением являются места находящиеся в непосредственной близости с силовыми проводами (подальше от АКБ и ESC). Приёмники, входящие в состав RC-систем, как правило, не имеют какого-либо конкретного способа монтажа, поэтому качественный двухсторонний клей является лучшим вариантом.

Антенна, которая крепится к приёмнику, обычно представляет собой гибкий провод. Этот провод должен быть расположен таким образом, чтобы ничего не мешало приёму сигнала. Её можно закрепить либо вдоль опорного луча (с противоположной стороны от ESC), либо вдоль посадочной опоры. На 6 уроке мы поговорим больше о тестировании дальности, которое должно быть сделано, чтобы узнать максимальное расстояние, на котором приёмник принимает сигнал от передатчика. Тестирование дальности может потребовать, чтобы вы поэкспериментировали с разными местами расположения приёмника и антенны.

В отличие от проводной антенны приёмника, антенна GPS приёмника имеет тенденцию быть либо «Duck» антенной (жёсткий пластиковый зафиксированный столбик, 90 градусов или навесной), либо прямоугольной и относительно плоской. Некоторые GPS устройства имеют встроенную антенну (то есть антенна является частью печатной платы). В любом случае GPS антенна должна быть установлена в верхней части БПЛА, чтобы спутниковые сигналы не блокировались. Монтаж прямоугольной антенны обычно выполняется с помощью двухсторонней ленты, а монтаж «Duck» антенны обычно включает в себя сверление монтажных отверстий. Если «Duck» антенна подключается непосредственно к контроллеру полёта, то никакого дополнительного монтажа не требуется. На данном этапе у вас должен быть полностью собранный и подключённый БПЛА, за исключением пропеллеров. Остается произвести настройку и тестирование передатчика, программного обеспечения контроллера полёта, предполётную проверку и первый полёт.

***Контрольные вопросы:***

1. В каком месте рамы нужно размещать полётные контроллеры?
2. Что под собой подразумевает вырожение идеальная сборка?
3. Какие АКБ применяются на квадрокоптерах для его питания?
4. Какую функцию выполняет плата распределение питания?

Задание на практическое занятие:

Самостоятельно произвести досборку квадрокоптера. Ученики совместно с учителем приступают к дооснащению дрона.

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Изготовления квадрокоптера».

1. Назовите компоненты необходимые для сборки квадрокоптера.
2. Какой порядок подключения аккумулятора к остальным узлам?
3. Какой порядок подключения ESC. Контроллер полёта?
4. Для достижения наилучших лётных характеристик, где в идеале должна быть расположена АКБ.

**Тема: «Воздухоплавание, как первый шаг покорения**

**космического пространства»**

Урок №40

Теоретический материал

Реальному выходу человека в космическое пространство предшествовал долгий путь покорения воздушного пространства.

Собственно говоря, оба эти пространства первоначально воспринимались как нечто единое: древние греки, например, считали звезды огненными завихрениями в атмосфере. Поэтому первый полет братьев Монгольфье на воздушном шаре в 1783 году воспринимался как событие ничуть не менее значительнее, чем полет Юрия Гагарина на космическом корабле «Восток» в 1961 году. Шар с нагретым воздухом – как просто! Но до такой простоты надо было дойти сложным путем, отказавшись от заманчивого прямого копирования природы и изготовления крыльев наподобие птичьих и избрав поистине «космическое» направление поисков, для которого у земной природы не было аналогий: воздушные шары не образуются в ней. Воздухоплавание было увлечением и научно-техническим символом XIX века. Воздушные шары, аэростаты, дирижабли казались почти естественным атрибутом воздушного пространства. Редко обходились без них романы Жюля Верна.

Пути к научной теории космонавтики (как и пути к последующей космической практике) были не из легких.

Циолковский – основоположник теоретической космонавтики. Теперь это известно миру.

Первым идею полетов в космос высказал основоположник практической космонавтики, русский ученый Константин Циолковский (1857-1935).

В своем труде "Грезы о земле и небе и эффекты всемирного тяготения" (1895) он писал: "Еще с юных лет я нашел путь к космическим полетам. Это - центробежная сила и быстрое движение". Впоследствии в своих работах он подробно описал теорию полета и конструкцию ракет, предложенных им для исследования атмосферы.

Идеи Циолковского начали воплощаться в 1933 году, когда инженеры московской Группы изучения реактивного движения (ГИРД) под руководством Сергея Королева провели испытания экспериментальной ракеты на гибридном топливе ГИРД-09 (конструкции Михаила Тихонравова). Она поднялась на высоту 400 м, всего находилась в полете 18 секунд. В 1938 году работы по ракетам на жидком топливе в СССР были прерваны в связи с арестом Королева. К созданию баллистических ракет он вернулся только в 1945 году.

## Становление ракетно-космической промышленности.

Уже летом 1945 года специальная группа, руководить которой назначили освобожденного из заключения незадолго до этого Королева, приступила к изучению немецких ракет.

13 мая 1946 года вышло секретное постановление Совета министров СССР №1017-419сс "Вопросы реактивного вооружения". Документ предусматривал создание при Совмине СССР специального комитета по реактивной технике во главе с заместителем председателя Совета министров Георгием Маленковым, а также научно-исследовательских институтов (НИИ), конструкторских бюро (КБ) и полигонов по этой тематике.

В их число входило специальное конструкторского бюро НИИ-88, при котором в августе того же года был образован отдел №3 для разработки баллистических ракет дальнего действия под руководством Королева. В апреле 1950 года отдел был преобразован в особое конструкторское бюро №1 (ОКБ-1) НИИ-88. В августе 1956 года ОКБ-1 вместе с опытным заводом №88 было выделено из состава НИИ-88 и стало самостоятельной организацией (впоследствии - ЦКБЭМ, НПО "Энергия", ныне - Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. С. П. Королева).

Специалистами ОКБ-1 была собрана баллистическая ракета и 18 октября 1947 года произведен ее запуск.

Конструкторским бюро Королева из отечественных материалов была разработана ракета Р-1. С 1950 года, изучив все недостатки немецкой конструкции, коллектив Королева, с участием таких ученых, как Валентин Глушко, Николай Пилюгин и др., занялся ее коренной переработкой. В 1949 году начались испытания Р-2, чья дальность увеличилась с 300 до 600 км. В 1955 году впервые стартовала советская стратегическая баллистическая ракета Р-5М (8К51), а в 1957 году - межконтинентальная Р-7 (8К71).

## Начало космической эры.

## 4 октября 1957 года с помощью переоборудованной МБР Р-7 (получила индекс 8К71ПС) в космос был выведен первый искусственный спутник Земли. Запуск был осуществлен с 5-го Научно-исследовательского испытательного полигона Минобороны СССР (ныне - космодром Байконур). Космический аппарат получил название "Спутник-1". Чтобы не раскрывать индексы стоящей на вооружении баллистической ракеты, ее также назвали "Спутник".

Запуск первого искусственного спутника Земли позволил СССР захватить преимущество в космической гонке. В 1959 году советский аппарат "Луна-3" первым запечатлел обратную сторону Луны; в 1961 году первым человеком в космосе стал Юрий Гагарин.

На базе Р-7 были созданы ряд модификаций, которые использовались в космических запусках. Это "Спутник-3" (индекс 8А91), "Полет" (11А59), "Луна" или "Восток-Л" (8К72), серия "Восток" ("Восток-К", "Восток-2", "Восток-2М" - 8К72К, 8А92, 8А92М), "Молния" и "Молния-М" (8К78 и 8К78М), "Восход" (11К57), а также "Союз" (11А511) - первая ракета одного из самых многочисленных [семейств](https://tass.ru/info/4203623) советских и российских ракет-носителей. Всего с 1957 года в космос было запущено свыше 1800 ракет, входящих в [семейство Р-7](https://tass.ru/info/4493497).

Ракетостроение всегда развивалось и модернизировалось. Для демонстрации развития состоялся первый старт ракеты-носителя "Зенит-3SL" по программе "Морской старт" состоялся в 1999 году. В новом тысячелетии была создана «Ангара-А5» — российская ракета-носитель тяжёлого класса семейства «Ангара», первая тяжёлая ракета-носитель, разработанная в России после распада СССР 23 декабря 2014 г.

Производство ракетной техники и космических аппаратов сосредоточено, в основном, в США, России, Франции, Великобритании, Китае.

В 2017 году общая выручка мировой аэрокосмической промышленности составила 838 млрд. долларов США.

***Контрольные вопросы:***

1. Кто первым высказал идею полётов в космос?
2. Кто принимал участие в создании первой ракеты (Р-1)?
3. Как назвали первый спутник, запущенный на орбиту Земли 4 октября 1957 года?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Воздухоплавание, как первый шаг покорения космического пространства»:

1. В каком году провели испытания экстремальной ракеты на гибридном топливе ГИРД-09?
2. Какая советская стратегическая баллистическая ракета впервые стартовала в 1955 году?
3. Какой советский аппарат в 1959 году первым запечатлел обратную сторону луны?

# Тема: «Исследование межпланетного пространства

# и сотрудничество в космосе»

# Урок №41

Теоретический материал

МКС – жилой квартал в космосе. Самый грандиозный международный проект нашего времени — сооружение совместными усилиями многих государств огромной космической станции МКС, по сути, целого жилого квартала в безбрежном звездном океане, в нескольких сотнях километров от планеты Земля. И первый двадцати тонный "кирпич" в строительство необычного внеземного комплекса заложили Россия и международные партнеры. Это произошло в конце 90-ых годов прошлого столетия.

Ракета «Протон» подняла изготовленный Россией цилиндрический двенадцатиметровый блок в заоблачные выси и вывела его на орбиту.

Официальное название первого элемента станции — ФГБ. Что расшифровывается так: функциональный грузовой блок. Он является на МКС как бы «складом», хранилищем топлива, оборудования, расходных материалов жизнеобеспечения. Но не только «складом». Еще и источником снабжения электричеством на начальном этапе работы станции. Кроме того, ФГБ имеет собственные двигатели, с помощью которых можно будет поддерживать орбиту комплекса.

Российские специалисты уделяли беспрецедентное внимание надежности блока. Чтобы подстраховать себя на сто процентов, в Центре имени М.В. Хруничева соорудили еще один точно такой же летный образец. Провал последней нашей марсианской экспедиции (катастрофа при старте ракеты со станцией «Марс-96») отчетливо показал, к каким тяжелейшим последствиям приводит экономия на создании дублирующих аппаратов. А ведь в данном случае речь шла не только о нашей программе. От успешного запуска первого космического блока зависела судьба всей международной станции, огромные затраты многих государств и, наконец, престиж, репутация нашей страны. Так что и сверх тщательные испытания ФГБ, и создание его «двойника» — были отнюдь не лишними мерами.

Что же представляет собой необычный «жилой квартал» в космосе? Причудливое, асимметричное нагромождение многотонных цилиндрических конструкций разного диаметра и длины, соединенных горизонтально, вертикально, под острым углом и образующих замысловатые разветвленные «цепочки». Все это обрамляют огромные панели солнечных батарей, а также изогнутые в виде «гармошек» и разнонаправленные плоские радиаторы, предназначенные для сброса тепла со станции в открытый космос. Последний штрих: жилой квартал вдоль и поперек рассекают две ажурные металлические фермы: одна — 90-метровая горизонтальная (относительно воображаемой оси Земли), другая — почти 30-метровая вертикально. Жилые и рабочие зоны расположены в центре комплекса. Это — «сердце» станции. А 22 мини-электростанции (солнечные батареи) вынесены на периферию. 90-метровая металлическая ферма используется не только для крепления на концах поворачивающихся вслед за Солнцем панелей, но еще и как своеобразный «рельсовый путь» для тележки, на которой размещен робот-манипулятор. С его помощью проводилась и проводится сборка деталей и узлов станции в открытом космосе, регламентные и ремонтные работы вне герметичных отсеков. Движением тележки и действиями манипулятора управляет оператор с пульта находясь в сегменте.

Для сборки и обслуживания российского сегмента МКС был предусмотрен еще один манипулятор, который разрабатывался в кооперации со странами ЕКА.

Чтобы представить себе масштабы «жилого квартала», придется напрячь воображение. Общая масса МКС при полном развертывании составляет ни много, ни мало — около 400 тонн. Объем герметичных отсеков — 1100 кубических метров. Это примерно десять двухкомнатных московских квартир, или как бы целый подъезд пятиэтажного дома.

Для такого жилого комплекса, тем более оснащенного огромным количеством аппаратуры, научного оборудования, требуется много электроэнергии. И проектировщики предусмотрели это. Мощность всей системы энергопитания составляет 110 киловатт. Для сравнения: это всего в 45 раз меньше мощности первой в нашей стране атомной электростанции в Обнинске.

Но, может быть, самый интересный (и самый острый) вопрос — каков вклад каждой страны в создание Международной станции. Сначала о том, что взяла на себя Россия. Из 36 доставляемых на орбиту блоков для сборки МКС на долю нашей страны приходится 12. Из общей массы станции в 380 тонн — 130 тонны наши. Из 1100 кубометров общего объема герметичных отсеков –390 «кубов» российские. Как ни посмотри, примерно треть всей станции построена нашей страной.

На долю остальных участников проекта приходится две третьи сооружения – соответственно 250 тонн; 24 блока, 710 кубометров герметичных отсеков.

Но как бы там ни было, создать в одиночку на околоземной орбите подобный комплекс стоимостью 35 миллиардов долларов было бы не по силам ни одному государству. Объединение усилий государств при разработке и осуществлении беспрецедентного научного проекта не только сэкономило огромные материальные ресурсы каждой из стран, но свидетельствовало о новом политическом климате в мире.

Идея создания МКС впервые громко прозвучала в начале 90-х и 3 сентября 1993 года премьер министр России Виктор Черномырдин и вице-президент США Альберт Гор достигли договоренности о создании новой космической станции.

После запуска грузового блока к нему был пристыкован сначала переходный отсек «NODE-1», а после — еще один российский модуль. По сути, это основа российского сегмента на международной станции, главная жилая и рабочая зона. Примерно то же, что и базовый блок на бывшем российском комплексе «Мир». Здесь главные пульты управления, здесь космонавты проводят большую часть времени — работают, спят, тренируются на велоэргометре и на бегущей дорожке, отдыхают, обедают. Тут же расположены индивидуальные каюты и системы жизнеобеспечения.

Конечно, деление на «сегменты» во многом условно. Международные экипажи, состоящие из космонавтов разных стран, живут как бы единой семьей. Иначе в космосе продержаться полгода невозможно. Тем более что много времени приходиться проводить в жилых (спальных) зонах, а их на международной станции всего две — на американском и российском базовых модулях.

Остается сказать, что срок существования международной космической станции определен в 30 лет. То есть по крайней мере до 2030 года. Общие затраты превысили 100 миллиардов долларов. На МКС получают уникальные лекарства, полупроводниковые материалы для электроники, компьютеров, проводят наблюдения за Землей, экологические исследования, разведку полезных ископаемых, а также изучение глубин Вселенной, идущих оттуда таинственных излучений.

Несомненно, самая яркая страница в освоении космоса связана ещё и с полетом первого в мире космического туриста.

28 апреля 2001 г. В 11.37 по московскому времени с космодрома Байконур состоялся поистине исторический старт корабля «Союз ТМ-32»: впервые в космос отправился «турист». Им стал Деннис Тито. Наряду с российскими космонавтами - командиром Талгатом Мусабаевым и бортинженером Юрием Батуриным он вошел в состав экипажа посещения МКС.

Тито на борту МКС поручили роль «повара». Причем произошло это довольно случайно. Просто двум командирам Мусабаеву и Усачеву надо было коротко о чем-то посовещаться. «Присели» за кофе. Смотрят: все заняты, а Тито как неприкаянный. Он фотографировал, но станция вошла в тень. В корабле у него были обязанности, а на станции - нет. Вот Мусабаев и предложил: «Давай ему поручим заняться буфетом». Подготовка к обеду в космосе - дело хлопотное: пока найдешь то, что нужно... Так Деннис с удовольствием принялся сортировать продукты: мясо - сюда, рыба - туда, фрукты - сюда и т.д. Он хорошо помог, освободив от этого экипаж.

6 мая 2001 г. Экипаж вернулся на Землю. Она встретила ярким солнцем и сильным ветром. Спасатели хлопотали вокруг Денниса Тито. А он широко улыбался: «Я побывал в раю». Правда, «рай», длившийся для путешественника 7 дней 22 часа 4 минуты 3 секунды, давал о себе знать: Деннис попытался самостоятельно выбраться из спускаемого аппарата, но получилось не очень, в отличие от опытных Талгата Мусабаева и Юрия Батурина, его вынесли на руках. Но надо было видеть, с каким энтузиазмом Деннис принялся грызть одно из румяных яблок, которыми по традиции угощают на казахской земле всех прибывших с орбиты.

4 февраля 2002 г. были опубликованы правила посещения МКС астронавтами и космическими туристами. Они определяют принципы и критерии отбора любых посетителей МКС. Несмотря на то, что космические туристы платят миллионы долларов, это не означает, что на станцию пустят любого. Правонарушителям, лжецам, мошенникам, любителям спиртного, наркоманам и прочим недостойным личностям дороги сюда не будет. Кроме того, потенциальные посетители станции должны уметь читать и говорить по-английски, пройти медицинские тесты, в числе которых будут и психологические, а также соответствующую подготовку в центрах подготовки.

Международное сотрудничество России в космосе.

Правительство России придает первостепенное значение расширению международного сотрудничества с ее участием в области космоса. Прежде всего речь идет об оказании на коммерческой основе услуг по выведению в космическое пространство зарубежных полезных нагрузок с использованием, общепризнанных по своему качеству и надежности российских ракет-носителей.

Стартовые комплексы «Протон» успешно конкурируют за запуски на геостационарную орбиту, пока самую востребованную с точки зрения коммерции, теле- и радиовещаний и связи. Сегодня на низких орбитах, где используются РН «Союз», формируется рынок, в котором России принадлежит значительная доля.

Потенциал России в бизнесе космических запусков может существенно возрасти благодаря коммерческому использованию запаса конверсионных военных ракет-носителей, способных выводить малые и средние полезные нагрузки на низкие, полярные и эллиптические орбиты.

Россия располагает развитой наземной инфраструктурой для проведения космических запусков. Активная постоянная модернизация космодрома Байконур выводит его с точки зрения работы с клиентами в разряд самого современного космодрома. Открыты для выведения иностранных полезных нагрузок военные космодромы Свободный и Плесецк, а также космический полигон Капустин Яр.

Россия осуществляет, соблюдая свои международные обязательства, экспорт ракетных технологий.

Портфель заказов на поставку отечественной космической техники и услуг на мировой рынок ежегодно превышает 2 млрд. долларов.

Россия является активным участником космических коммерческих интеграционных процессов. Для продвижения на мировом рынке пусковых услуг российских РН «Союз» создано СП «Старсем». От Франции в него входят две фирмы: «Аэроспасьяль» (ведущий в Европе производитель ракет) и «Арианэспас».

На рынке геостационарной орбиты объединяются усилия американской компании «Локхид – Мартин» и российского Государственного космического научно-производственного центра им. Хруничева для совместного продвижения РН «Протон». Запуски из Плесецка российской ракетой «Рокот» продвигаются совместным российско-германским предприятием «Еврокот».

Космодром «Восточный» — российский космодром на Дальнем Востоке в Амурской области, вблизи города Циолковский, в 45 км севернее города Свободный и одноименного военного космодрома. Ближайшая железнодорожная станция — «Ледяная». Первый российский гражданский космодром. Общая площадь около 700 км².

6 ноября 2007 года президент России Владимир Путин подписал указ о строительстве космодрома «Восточный». В 2010 году был заложен «Памятный знак» в честь начала работ. В 2011 было начато техническое и эскизное проектирование. Строительство первого стартового комплекса началось в 2012 году и завершилось в апреле 2016 года.

Преимущества нового космодрома в том, что начальный участок траектории полёта ракеты-носителя не проходит над густонаселёнными районами России и над территориями иностранных государств, районы падения отделяющихся частей ракет-носителей расположены в малонаселённых районах территории России или в нейтральных водах, место расположения космодрома находится вблизи от развитых железнодорожных и автомобильных магистралей.

Сегодня МКС представляет собой совместный проект, в котором участвуют космические агентства России и других стран-партнеров. Задачами совместного проекта являются:

* поддержание функционирования сегментов МКС для выполнения национальных программ космических экспериментальных исследований;
* обеспечение пребывания на станции экипажей МКС;
* выполнение взаимных обязательств в рамках заключенных международных договоренностей (Межправительственного соглашения, Меморандума о взаимопонимании, Протокола по балансу вкладов и др.);
* поддержание наземной инфраструктуры для обеспечения функционирования МКС;
* транспортно-техническое обеспечение МКС в соответствии с достигнутыми договоренностями;
* участие в управлении программой МКС (в работе групп и советов по МКС);
* обеспечение эффективного использования МКС в части объединения ресурсов партнеров для реализации космических экспериментальных исследований, отработки новых технологий и элементов перспективных космических систем;
* участие в разработке международных стандартов (стыковочных механизмов и др.);
* участие в разработке планов дальнейшего освоения космического пространства (за пределами низких околоземных орбит), предусматривающих распределение роли и вклада каждого из агентств в реализацию перспективных космических проектов.

Межправительственное соглашение по МКС подписано 29.01.1998 года, в этот же день подписан Протокол по балансу вкладов и др. Проект реализуется по настоящее время.

***Контрольные вопросы:***

1. Что такое МКС?
2. какова общая масса МКС?
3. Назовите задачи совместного проекта МКС.
4. В каком году впервые прозвучала идея создания МКС?

***Домашнее задание:***

Подготовитесь к устному опросу по теме «Исследование межпланетного пространства и сотрудничество в космосе».

1. В каком году президент России Владимир Путин подписал указ о строительстве космодрома «Восточный»?
2. Какие правила 4 февраля 2002 года были опубликованы для посещения МКС астронавтами и космическими туристами?
3. Когда было подписано межправительственное соглашение по МКС?

* Подготовиться к контрольной работе.

**Тема: «Итоговое занятие»**

Урок№42

Теоретический материал

На итоговом занятии необходимо пройти тест из десяти вопросов по материалам курса. На бланке теста необходимо указать фамилию, имя и класс. У каждого учащегося свой вариант теста. Тест состоит из 10 вопросов, правильный ответ только **один**, на выполнение итогового теста отводится 30 минут, после выполнения работу необходимо сдать.

Критерии оценивания теста: 1 верный ответ = 1 балл

оценка «3» - 5-6 баллов,

оценка «4» - 7-9 баллов,

оценка «5» - 10 баллов.

Тест считается пройдённым при условии, что набрано минимум 5 баллов.