

ВСЕРОССИЙСКИЙ ЭТАП  
Челябинская область, г. Копейск,  
Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа» № 1

---

## **ФИЗИЧЕСКИЕ И АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛЁТА ПТИЦ**

Исследовательская работа  
Номинация: Экспериментальная зоология

**Автор:**

Папушин Семён Сергеевич, 15 лет  
Челябинская область, г.Копейск,  
МОУ «СОШ № 1», 10 класс

**Научный руководитель:**

Федаш Елена Евгеньевна,  
учитель биологии МОУ «СОШ № 1»  
Косенко Любовь Владимировна,  
учитель физики МОУ «СОШ № 1»

## Содержание

Введение	3
Глава 1. Теоретические аспекты проблемы	4
1.1. История исследования полёта птицы	4
1.2. Анатомические особенности крыла птицы	5
1.2.1. Скелет крыла	5
1.2.2. Форма крыльев	5
1.2.3. Виды перьев.	6
1.3. Аэродинамика и механика полёта птиц	6
1.3.1. Этапы полёта	6
1.3.2. Типы полёта	7
1.4. Прочие адаптации к полёту	8
Глава 2. Опыты по определению подъемной силы крыла птицы	9
Заключение	16
Источники информации	17
Приложение	18

## Введение

Известная поговорка гласит, что «по законам аэродинамики шмели вообще не могут летать»

Птицы живут в разных условиях, поэтому были вынуждены приспособиться и к полету в разных условиях. Хищные птицы, подолгу парящие в воздухе, выслеживая добычу, имеют большую широкую поверхность крыла, позволяющую ловить восходящие потоки воздуха. Птицы, живущие в лесу, например рябчики, имеют округлое небольшое крыло, позволяющее ловко лавировать между деревьями. Морские птицы имеют узкое плотное длинное крыло, позволяющее планировать и т.д.

Технический прогресс шагнул далеко вперед, а повторить машущий полёт птиц пока не удаётся.

**Актуальность** работы состоит в том, чтобы определить зависимость полёта птиц от формы крыла.

В данной работе рассматриваются особенности, при которых птицы способны летать. Эти способности уникальны и могут объяснить определенный раздел физики.

**Объект исследования:** полёт птицы

**Предмет исследования:** физические и анатомические особенности птицы

**Цель:** объяснение механизма полета птиц

**Задачи:**

1. проанализировать источники информации по данной проблеме;
2. определить анатомические и физические особенности крыла птиц, связанных с полётом;
3. провести эксперимент;
4. проанализировать и сделать выводы.

**Гипотеза:** если изменить форму крыла, то поменяется полёт птицы

**Новизна** работы заключается в том, что предпринята попытка в школьных условиях рассмотреть влияние воздушных потоков и формы крыла на полёт птицы

**Методы:** эксперимент, наблюдение, анализ.

**Практическая значимость:**

- понимание механизма протекания данных процессов позволяет человеку перенести знания о природе в практику и применять их в жизни;
- исследование можно рекомендовать для дополнительного чтения по предметам физика и биология, а также при проведении внеурочных мероприятий.

## **Глава 1. Теоретические аспекты проблемы**

### **1.1. История исследования полёта птицы**

Полёт — основной способ передвижения большинства видов птиц, помогающий им искать пищу, мигрировать и спасаться от хищников. Полёт является наиболее специфической формой передвижения птиц, определившей основные черты организации этого класса. Способность птиц к полёту вызвала ряд адаптаций для обеспечения полёта, взлёта и посадки, ориентирования в пространстве и навигации.

Характеристики полёта птиц в значительной мере зависят от величины птицы и её экологической ниши. Хотя определённые биологические адаптации, например, форма крыльев характерны только для отдельных групп.

Начало исследованиям полёта птиц заложил ещё Аристотель в работе «О частях животных», в четвёртой книге. Он считал, что скорость пропорциональна силе, которая действует на тело, поэтому для движения постоянно необходим «движитель», который двигает тело, а сам при этом остаётся недвижимым. Чтобы объяснить движение летающих объектов, Аристотель был вынужден ввести понятие передачи функции «движителя» частям воздуха. Понятия инерции, ускорения и аэродинамического сопротивления тогда ещё не были известны, поэтому фактически физика полёта осталась необъяснённой.

Лишь через два тысячелетия следующий значительный шаг в исследовании полёта птиц сделал Леонардо Да Винчи в своей работе «Кодекс о полёте птиц». Его заметки подробно описывали, что необходимо не только для равномерного полёта, но и для взлёта и посадки, при порывах ветра и в других ситуациях.

В работе Джованни Альфонсо Борелли «О движении животных», опубликованной в 1680 году, подробно описана анатомия птиц с точки зрения механики и выдвинута модель, объясняющая образование подъёмной силы. Также Борелли опроверг идею Аристотеля о роли хвоста птиц в регулировании направления полёта.

В 1880-х годах Этьен Жюль Маре ещё дальше продвинулся в исследовании полёта птиц, сняв первые кинофильмы полёта птиц, и сконструировал очень сложные экспериментальные установки для измерения сил и давления воздуха в различных точках вокруг птицы, — в частности, он получил зависимость аэродинамического сопротивления от поверхности.

В начале XX столетия с созданием самолётов основное направление гидро- и аэродинамики сместилось от исследования птиц к исследованию аппаратов с неподвижными крыльями.

Лишь в 1960-х годах исследование полёта птиц началось ради изучения самих птиц. [1]

## **1.2. Анатомические особенности крыла птицы**

### **1.2.1. Скелет крыла**

Передние конечности птиц — крылья — являются главными частями тела, приспособленными для полёта. Каждое крыло имеет главную поверхность, которой оно разрезает воздух, состоящую из трёх костей: плечевой, локтевой и лучевой.

Кисть конечности, которая эволюционно состояла из пяти пальцев, редуцирована до трёх пальцев (пальцы II, III и IV или I, II, III, в зависимости от схемы нумерации, а её назначением является место крепления маховых перьев первого порядка, одной из двух главных групп маховых перьев, которые обуславливают форму крыла.

Второй набор маховых перьев находится позади кистевого сустава локтевой кости и имеет название маховых второго порядка. Остальные перья называются кроющими и делятся на три набора

В полёте крылья приводятся в движение мощными летательными мышцами, на которые приходится от 15 до 20 % общей массы птицы.

Крыло поднимает подключная мышца, а опускает — большая грудная; обе мышцы прикреплены к грудине. [2]

### **1.2.2. Форма крыльев**

Форма крыла является важным фактором, определяющим тип и характеристики полёта, к которому способна птица. Разные формы крыльев отвечают разным решениям для характеристик, таких как скорость полёта, затраты энергии и манёвренность.

Форма крыла в двумерной горизонтальной проекции может быть приблизительно описана двумя параметрами: удлинением и нагрузкой на крыло.

Воздух обтекает передний край крыла, а также выпуклую верхнюю поверхность. Это приводит к ускорению его движения и создаёт область пониженного давления, в то время как давление на нижнюю вогнутую поверхность крыла остаётся практически постоянным. Данная разница давления над крылом и под ним создаёт подъёмную силу.

Большинство видов птиц могут быть сгруппированы в несколько общих типов по форме крыльев.

#### **Эллиптические крылья**

Эллиптические крылья короткие и округленные, с небольшим удлинением, которое позволяет птицам маневрировать в ограниченном пространстве, например в условиях густой растительности. Такие крылья характерны для лесных хищных птиц (например, ястреба) и многих воробьинообразных.

#### **Крылья для скоростного полёта**

Крылья для скоростного полёта короткие и заострённые, имеют высокую нагрузку на крыло и обеспечивают высокую частоту взмахов для наибольшей возможной скорости за счёт значительных затрат энергии. Такой

тип крыльев характерен для небольших птиц и характеризуются очень большой относительной длиной кисти крыла. Примером может служить сапсан.

### **Крылья с относительно большим удлинением**

Крылья с относительно большим удлинением являются очень длинными и стройными, и обычно они характеризуются низкой нагрузкой на крыло и используются для медленного полёта, почти парения. Примером могут служить морские птицы.

### **Крылья для парящего полёта**

Крылья для парящего полёта относительно широкие и характерны для больших сухопутных птиц, таких как орлы, грифы, пеликаны и аисты.

Глубокие бороздки на концах крыльев между маховыми перьями уменьшают силу сопротивления воздуха, а относительно короткий размер позволяет подниматься с поверхности земли без потребности в значительном разгоне. [2, 5]

### **1.2.3. Виды перьев.**

Перья представляют собой роговые накожные образования, растущие из расположенных рядами углублений кожи. Перья растут равномерно по всему телу.

Контурные перья, покрывают все тело птицы и имеют хорошо развитый плотный стержень, основание которого — полый очин — охватывается находящейся в коже перьевой сумкой. Глубина перьевой сумки больше у крупных перьев. От стержня отходят упругие бородки, которые несут бородочки с крючочками, которые сцепляются с крючочками соседних бородок, образуя опахало пера. В самой нижней части пера бородки обычно являются более мягкими и длинными, а их бородочки не имеют крючочков — этот участок называют пуховой частью опахала. [2]

## **1.3. Аэродинамика и механика полёта птиц**

### **1.3.1. Этапы полёта**

#### **Взлёт.**

Самая сложная и загадочная часть полета. Чтобы крыло перестало быть передней конечностью и стало по-настоящему крылом, птице необходимо приобрести скорость. При резком их опускании возникает основная сила, толкающая птицу вверх. Однако не все так просто. При первом взмахе крылья птицы движутся не просто вверх, они смещаются еще и вперед.

Движение, или, как говорят аэродинамики, кинематика крыла сложна. Так же как и сложны потоки воздуха, обтекающие его. При поднимании крыла, воздух «продавливает», маховые перья и стекает с них назад, создавая тягу, так необходимую для разгона.

Выдвигая крыло вперед при первом взмахе, птицы широко расставляют крайние, самые большие перья крыла. Каждое такое перо само по себе крыло или, если хотите сравнить с вертолетом, лопасть. Таких лопастей у птиц по 10 на каждом крыле (у вертолета всего от двух до восьми). И каждая такая «лопасть» при движении вперед создает подъемную силу.

В результате даже при первом резком выбросе крыла вверх и вперед птица зацепляется, а лучше сказать, прилипает «перьями-пальцами» к воздуху и просто вытягивает свое тело за крылом.

### **Полёт.**

Чем выше скорость, тем меньше нужны расставленные «маховые пальцы», скоро они складываются вместе, и крыло становится крылом самолета, а не винтом вертолета. Уже при скорости 3—5 м в секунду большинство птиц может спокойно планировать, просто опираясь на подъемную силу крыла.

### **Посадка.**

И последнее - приземление, хотя в применении к птицам это слово лучше заменить на слово посадка.

«Выдвинул «закрылки-махи», задрал передний край крыла вверх, выпустил ноги, скользнул или пробежал по поверхности, и приземление или приводнение состоялось. Лесные виды себе этого позволить не могут. Для того чтобы попасть на ветку, им необходимо остановиться перед ней еще в воздухе, а это значит, что при каждой посадке надо опять «становиться вертолетом».

Кстати преобладание того или иного типа полета в жизни птицы довольно легко определить по строению ее крыльев. У «птиц-самолетов» они длинные, часто с заостренными концами, по которым стекают паразитные вихри, образующиеся на крыле. У «птиц-вертолетов» — короткие, с широким краем. [3, 6, 8]

### **1.3.2. Типы полёта**

Полёт птиц принято разделять на два основных типа: активный, или машущий и пассивный, или парящий

Птицы обычно используют не один тип полёта, а комбинируют их. За взмахами крыльев следуют фазы, когда крыло не совершает движений: это скользящий полёт, или парение. Такой полёт характерен преимущественно для птиц средних и крупных размеров, с достаточной массой тела.

Слаборазвитая мускулатура крыла наблюдается у птиц с большой поверхностью крыла, преимущественно использующих парящий полёт. Развитой сильной мускулатурой, наоборот, обладают птицы с небольшой поверхностью крыла.

### **Машущий полёт**

Машущий полёт состоит из двух отдельных типов движения: рабочего хода и обратного хода. Во время рабочего хода крыло двигается вперёд и вниз, а обратный ход возвращает крыло в начальную позицию. При этом внутренняя часть крыла в первую очередь генерирует подъёмную силу, тогда как кисть генерирует тягу, которая толкает птицу вперёд. Во время рабочего хода маховые перья первого порядка сведённые вместе, формируют плотную обтекаемую поверхность крыла. Наоборот, во время обратного хода маховые перья первого порядка многих, особенно небольших, птиц поворачиваются

вокруг своей оси, обеспечивая движение воздуха между ними. Крупные птицы или длиннокрылые маленькие птицы полностью или частично сгибают крылья, приближая их к туловищу. [3, 6, 8]

#### **1.4. Прочие адаптации к полёту**

Хотя крылья и перья являются основными адаптациями к полёту, потребности полёта вызвали многие другие изменения в организме птиц.

Перья летающих птиц отличаются от перьев многих нелетающих птиц наличием микроскопических крючков, которые сохраняют перо целостным и предоставляют ему необходимую для полёта прочность.

Из всех позвоночных наиболее развит мозжечок у птиц, что служит важной адаптацией к координации сложных движений и ориентации в трёхмерной среде. С полётом связано усиление роли зрения по сравнению с другими органами чувств.

Скелет птиц имеет ряд пустотелых костей, что заметно уменьшает его массу.

Челюсти с зубами были заменены лёгким клювом, в целом кости черепа стали более тонкими и легкими.

Также в скелете появился киль, большая кость, к которой крепятся мышцы крыльев

С полётом связана перестройка мышечной системы, в частности, увеличение размеров больших грудных мышц — опускателей крыла. [7]

## Глава 2. Опыты по определению подъемной силы крыла птицы

### ОПЫТ №1.

Мы решили проверить тот факт, что в природе при определенных условиях возникает подъемная сила.

**Цель опыта:** определить опытным путем, что в природе при определенных условиях возникает подъемная сила.

**Описание опыта.**

Для опыта мы взяли:

- фен, теннисный мячик.

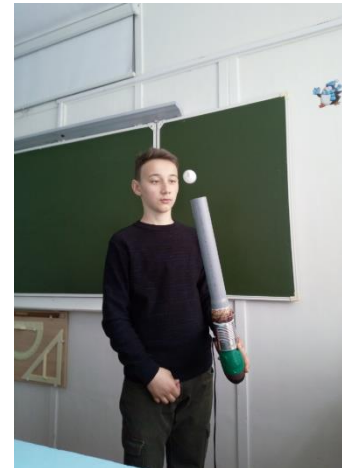
Включили фен и в струю воздуха опускаем теннисный шарик. Шарик поднимается в потоках воздуха.

**Результат опыта:** мячик поднимается, пытается улететь в направлении движения воздуха, но при этом как только шарик покидает поток воздуха, то он сразу падает. Полёт длится всего несколько секунд.

**Вывод:** при движении воздуха мячик начинает подниматься, что свидетельствует о существовании в природе подъемной силы.

Мы задумались, что можно сделать, для того чтобы шарик более устойчиво парил в струе теплого воздуха, исходящего от фена. Для чего из пластиковых труб для канализации мы изготовили аналог аэродинамической трубы, который позволил сформировать более устойчивый поток теплого воздуха, в котором шарик парил уже более устойчиво и дольше.

**фото 1-4. Процесс изготовления аналога аэродинамической трубы и результаты парения шарика**



## ОПЫТ №2.

Из учебника физики за 9 класс узнал, что если на плоскую пластину под небольшим углом действует набегающий поток воздуха, то возникают подъёмная сила и сила сопротивления. Сила сопротивления старается «сдуть» пластину назад, а подъёмная сила — поднять.

Итак, от взаимодействия крыла с воздухом возникнет подъёмная сила, и, как только её величина окажется больше величины веса самого крыла и всего, что с ним связано, начнётся полёт.

**Цель опыта:** определить опытным путем, что в природе при определенных условиях возникает подъемная сила.

### **Описание опыта.**

Для опыта мы взяли:

- фен,
- полоска бумаги.

Включили фен и направляем струю воздуха на полоску бумаги зажатую между несколькими книгами. Полоска бумаги поднимается в потоках воздуха.

**Результат опыта:** полоска поднимается, парит в направлении движения воздуха.

**Вывод:** при движении воздуха полоска начинает подниматься и парить, что свидетельствует о существовании в природе подъемной силы.



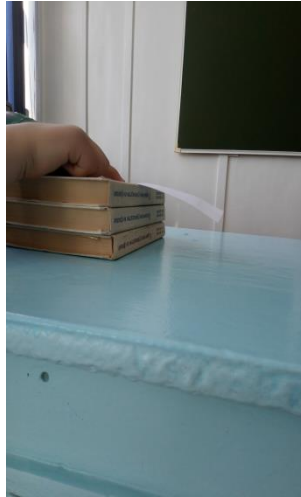
**Фен выключен**



**Фен включен**



**Фен выключен**



**Фен включен**

Вывод: проведя первых два опыта, мы наглядно убедились в существовании подъемной силы в природе.

### ОПЫТ №3.

Дело остается за малым: сделать подходящее крыло и суметь разогнать его до необходимой скорости.

**Тема опыта:** зависимость подъемной силы от формы крыла.

**Цель опыта:** выяснить зависит ли подъемная сила от формы крыла птицы.

#### **Описание опыта.**

Для проведения опыта потребовалось:

- картон,
- бумага,
- клей,
- нитки,
- английские булавки,
- фен.

Из картона и бумаги были построены модели крыла птицы разной формы: плосковыпуклое, ромбовидное, дельтовидное, S-образное, зная примерно каким оно должно быть в разрезе. При этом площадь всех моделей крыла одинакова и составит  $120 \text{ см}^2$ .

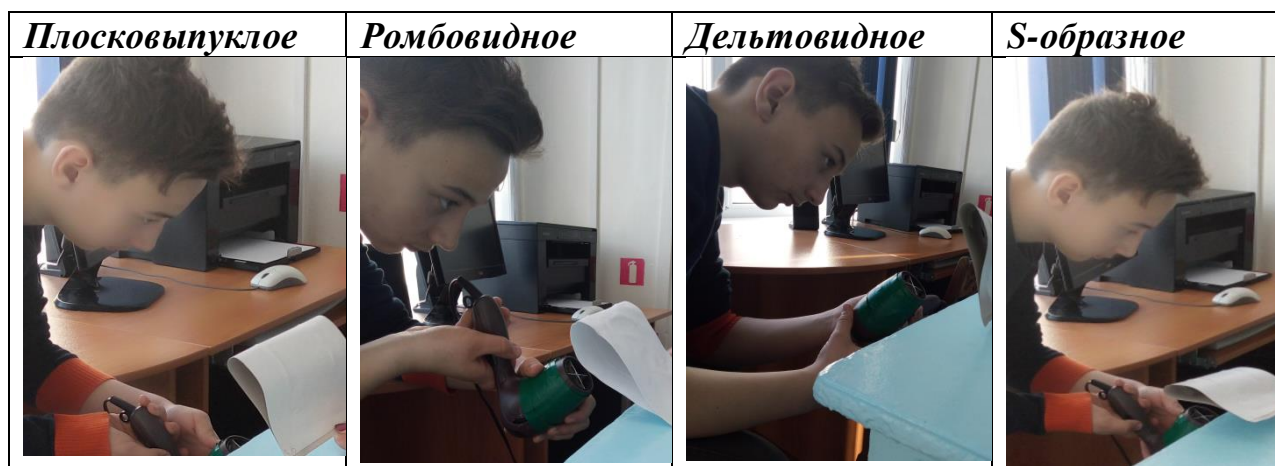
Включили фен. Струю воздуха направили на модель крыла снизу. По высоте подъема определяем подъемную силу крыла.

Опыт провели с разной скоростью струи воздуха.

Наблюдения занесли в таблицу.

Форма крыла	Скорость 1 (меньшая)	Скорость 2 (большая)
Плосковыпуклое	15 см	18 см
Ромбовидное	10 см	12 см
Дельтовидное	13 см	14 см
S-образное	7 см	8 см

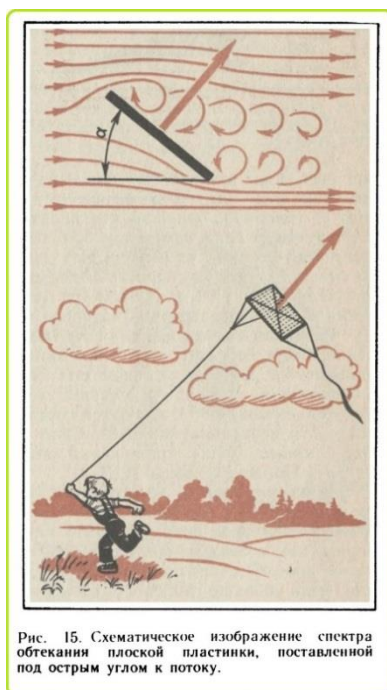
**Результаты опыта:** подъемная сила крыла птицы зависит от формы крыла. Наибольшая подъемная сила у плосковыпуклового крыла.



#### ОПЫТ №4.

Из учебных пособий по основам аэродинамики узнал, что важнейшим параметром подъемной силы является угол атаки.

Так на рисунке дано схематическое изображение спектра обтекания пластинки, поставленной под острым углом к потоку. Под пластинкой давление повышается, а над ней вследствие срыва струй получается разрежение воздуха, т. е. давление понижается. Благодаря образующейся разности давлений и возникает аэродинамическая сила. Она направлена в сторону меньшего давления, т. е. назад и вверх. Отклонения аэродинамической силы от вертикали зависит от угла, под которым пластинка поставлена к потоку. Этот угол получил название угла атаки (его принято обозначать греческой буквой  $\alpha$  — альфа).



**Тема опыта:** изучение влияния угла атаки на подъемную силу.

**Цель опыта:** выяснить, как влияет угол атаки на подъемную силу.

**Описание опыта.**

Для проведения опыта потребовалось:

- картон,
- бумага,
- клей,
- нитки,
- английские булавки,
- фен.

Из картона и бумаги построили модель крыла птицы плосковыпуклой формы, зная примерно каким оно должно быть в разрезе. Из картона соорудили «взлетную» площадку, к которой с помощью ниток и английских булавок прикрепили модель крыла. Положили конструкцию на плоскую поверхность (стол).

Положили на стол фен, включили его и направили струю воздуха на модель крыла, то есть угол атаки потока воздуха около 0 градусов. Крыло отклонилось назад, поднялось над поверхностью стола и зависло в стабильном состоянии.

Немного увеличили угол атаки (приподняли основание фена над поверхностью). Крыло поднялось немного выше. Еще увеличили – крыло стало летать неустойчиво, сильно вибрировать.

При большем увеличении угла атаки крыло перевернулось.

**Результат опыта:** при увеличении угла атаки от 0 градусов модель крыла вела себя следующим образом:

- 1) поднялась с поверхности стола;
- 2) стабильно планировала;
- 3) находилась в воздухе, но в состоянии сильной вибрации;
- 4) перевернулась и упала на поверхность стола.

Повторили опыты с другими моделями.

**Вывод:** в зависимости от угла атаки изменяется и подъемная сила. При постепенном увеличении угла атаки ламинарный поток воздуха, поднявший и удерживающий модель крыла в воздухе, сменяется турбулентным потоком (модель начинает сильно вибрировать) и затем срывается с корпуса крыла, то есть не обтекает его сверху, в результате чего подъемная сила не создается и крыло опрокидывается под действием потока воздуха, силы сопротивления.

## ОПЫТ №5.

**Тема опыта:** изучение влияния толщины профиля крыла на подъемную силу.

**Цель опыта:** выяснить, как влияет толщина профиля на подъемную силу.

### Описание опыта.

Для проведения опыта потребовалось:

- картон,
- бумага,
- клей,
- нитки,
- английские булавки,
- фен.

Из картона и бумаги построили модель крыла птицы: плосковыпуклое, зная примерно каким оно должно быть в разрезе, разной толщины 3, 5, 7 мм соответственно. При этом площадь всех моделей крыла одинакова и составит 120 см<sup>2</sup>.

Включили фен. Струю воздуха направили на модель крыла снизу. По высоте подъема определяем подъемную силу крыла.

Опыт провели с разной скоростью струи воздуха.

Крыло толщиной 3 мм отклонилось назад, поднялось над поверхностью стола

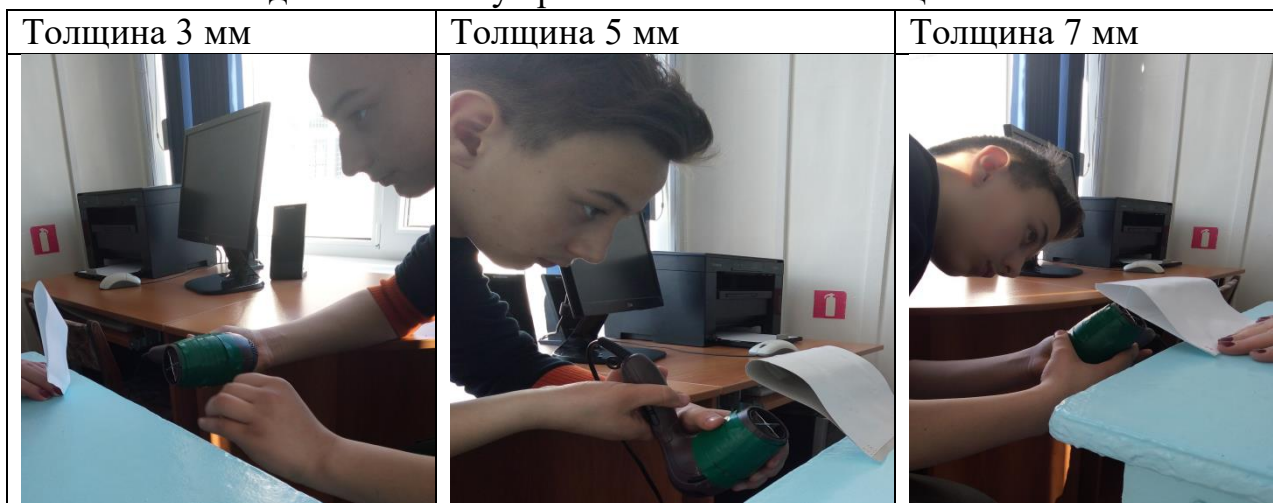
Крыло толщиной 5 мм поднялось выше крыла толщиной 3 мм и зависло в стабильном состоянии.

Крыло толщиной 7 мм стало летать неустойчиво, сильно вибрировать.

**Результат опыта:** при увеличении толщины крыла модель вела себя следующим образом:

- 1) поднялась с поверхности стола;
- 2) стабильно планировала;
- 3) находилась в воздухе, но в состоянии сильной вибрации.

**Вывод:** подъемная сила крыла птицы зависит от толщины крыла. Наибольшая подъемная сила у крыла оптимальной толщины.



## **Заключение**

В ходе работы были выявлены:

### **Анатомические особенности полёта птиц:**

Изучая особенности крыла, выяснили следующее: есть внутренняя часть (запястье), которая приводится в действие мускулами плеча и расположена приблизительно посередине крыла; и внешняя часть, которая является продолжением крыла от запястья.

Над запястьем есть группа перьев, называемая крылышком. Между ними и крылом есть свободное пространство. Это группа перьев отвечает за взлет и приземление.

Птица взлетает не только за счет мышечных усилий, которые обеспечивают взмахи крыльями вверх. Раньше считалось, что таким образом она отталкивается от воздуха. Но воздух - не плотная среда и оттолкнуться от него сложно.

При взмахах, поворачивая перья, птица снижает давление над крылом, а давление снизу, называемое подъемным, позволяет ей взлететь. Давление на переднюю стенку крыла для успешного взлета так же должно быть меньше чем на заднюю.

Расправив крылья, поддерживаемая воздушными потоками, птица без усилий поднимает вверх.

### **Физические особенности полёта птиц:**

Ход эксперимента показал о существовании в природе подъемной силы.

Подъемная сила крыла птицы зависит от формы крыла. Наибольшая подъемная сила у плосковыпуклового крыла

В зависимости от угла атаки изменяется и подъемная сила. При постепенном увеличении угла атаки ламинарный поток воздуха, поднявший и удерживающий модель крыла в воздухе, сменяется турбулентным потоком (модель начинает сильно вибрировать) и затем срывается с корпуса крыла, то есть не обтекает его сверху, в результате чего подъемная сила не создается и крыло опрокидывается под действием потока воздуха, силы сопротивления.

Подъемная сила крыла птицы зависит от толщины крыла. Наибольшая подъемная сила у крыла оптимальной толщины.

Таким образом, в ходе работы было доказано: если изменить форму крыла, то поменяется полёт птицы

## Источники информации


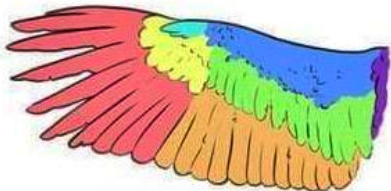
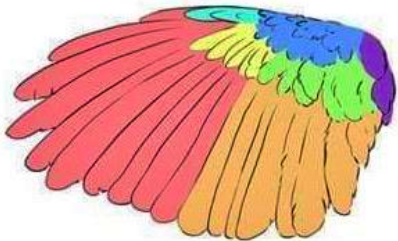


### Библиографические источники:

1. Машущий полёт. Мифы и реальность. Игорь Азарьев, 2019 Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero.
2. Я иду на урок биологии: Зоология: Птицы: Книга для учителя. \_М.:Издательство «Первое сентября», 2001, - 272с.

### Интернет источники:

3. Аэродинамика и механика полёта птиц  
//интернет источник: <http://pilife.ru/a.php?id=20>
4. Как московский инженер построил махолет //интернет источник:  
<https://www.popmech.ru/technologies/234686-kak-moskovskiy-inzhener-postroil-makholet/>
5. Особенности полета птиц. С чем эти особенности могут быть связаны (форма и размеры крыльев, хвоста) //интернет источник:  
<https://znaniya.com/task/12109661#readmore>
6. Особенности полёта птиц //интернет источник:  
<https://www.zoeco.com/int/int-ptici4-20-1.html>
7. Особенности строения птиц  
//интернет источник:  
<https://sites.google.com/site/sitenazarovaalinacom/osobennosti-stroenia-ptic>
8. Полёт птиц //интернет источник: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
9. Физические особенности полета птиц  
//интернет источник: <https://ped-kopilka.ru/blogs/marija-anatolevna-ganovicheva/fizicheskie-osobennosti-poleta-ptic.html>

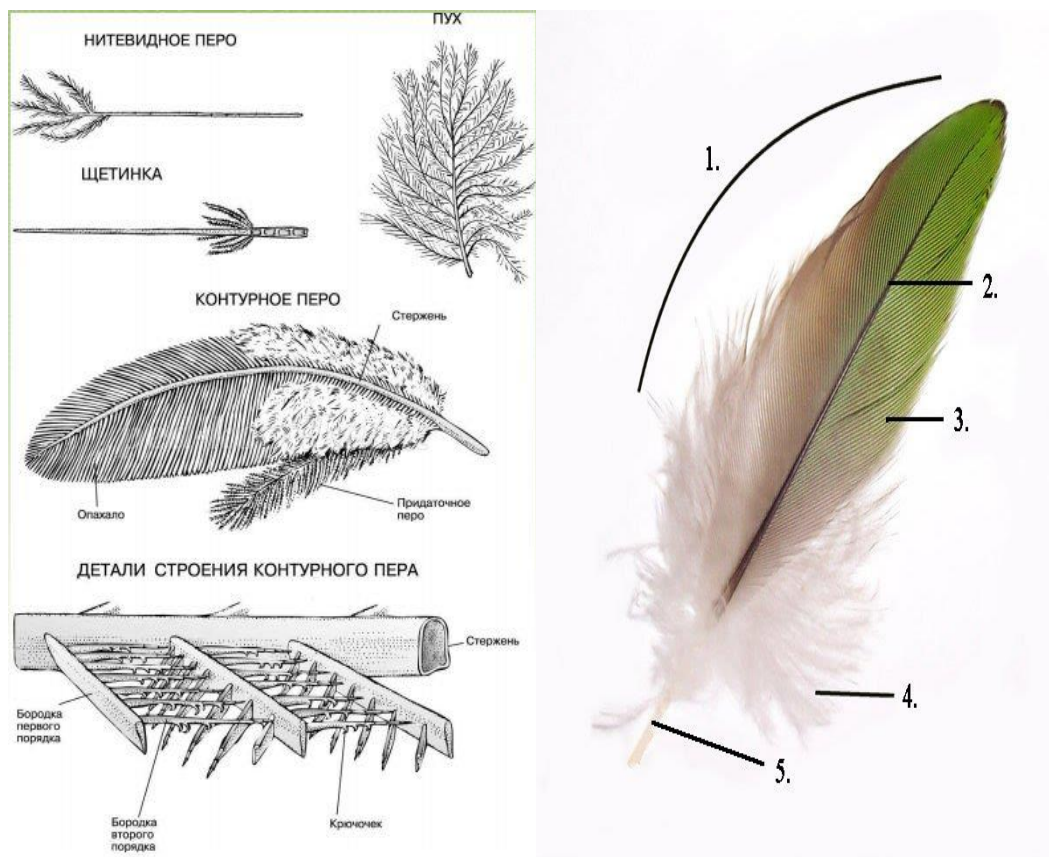
# Формы крыльев

Форма крыла	Описание	Пример
	<b>Активные парящие крылья</b> Длинные и узкие. Отлично подходят для парения над водой при наличии благоприятных воздушных потоков.	<b>Альбатрос</b>
	<b>Пассивные парящие крылья</b> Длинные и широкие крылья с большим размахом летных перьев. Этот размах помогает парить даже при менее надежных воздушных потоках.	<b>Коршун</b>
	<b>Эллиптические крылья</b> Оптимальны для коротких промежутков энергичного, точного полета. Отличны для быстрого взлета, манёвров сквозь растительность, и ухода от хищников. Длительный полет сравнительно медленный.	<b>Воробей</b>
	<b>Скоростные крылья</b> Средней длины и ширины, оптимальны для быстрого, долгого полета.	<b>Сокол</b>
	<b>Крылья для зависания на месте</b> Малые по сравнению с величиной туловища. Отличны для точного полета, включая зависание на месте. Крыло изгибается в основном от плеча, а не середины крыла, в отличие от других видов крыльев.	<b>Колибри</b>

- Первостепенные маховые перья
- Второстепенные маховые перья
- Первостепенные контурные перья
- Второстепенные контурные перья
- Крылышко
- Маргинальные контурные перья
- Лопатка

## Схема 2. СТРОЕНИЕ ПЕРА



Строение пера: 1 — Опахало. 2 — Ствол. 3 — Обычная поверхность. 4 — Пуховая часть. 5 — Очин (стержень)

## Схема 3. СТРОЕНИЕ КРЫЛА



**Рисунок 1. Силы, действующие на крыло птицы во время парящего полёта**

