

Бюджетное образовательное учреждение Вологодской области  
«Вологодский многопрофильный лицей»

**Исследовательский проект**

на тему:  
Быстрые крылья!

Выполнил: ученик 4 «Б» класса  
Кузнецов Илья

Руководитель проекта: преподаватель  
конструирования и черчения  
Соколова Н. В.

Вологда  
2013 – 2014 уч. год

## Оглавление

Введение.....	стр. 3
Поиск технологии изготовления и запуска моделей .....	стр. 4
Как заставить модель летать? .....	стр. 7
Эксперименты с полетом модели.....	стр. 8
Опыт 1. Модели с какой формой крыла летают лучше?.....	стр. 9
Опыт 2. Как влияет на полет сила начального толчка? .....	стр. 10
Опыт 3. Как влияет на полет форма крыла?.....	стр. 12
Опыт 4. Как влияет на полет ориентация крыла? .....	стр. 14
Опыт 5. Что будет с полетом, если крылья будут несимметричные? .....	стр. 15
Вывод по работе .....	стр. 16
Приложение 1. Первая модель – пенопластовый фюзеляж .....	стр. 17
Приложение 2. Модель из пластикового поддончика .....	стр. 18
Приложение 3. Изготовление моделей по моей технологии .....	стр. 19
Приложение 4. Некоторые результаты опытов из тетради наблюдений .....	стр. 20
Приложение 5. Чертеж модели № 1.....	стр. 21

## **Введение**

Я люблю конструировать разные модели – из бумаги и картона, из «заводских заготовок», из конструктора «Лего».

Но больше всего мне нравится создавать модели, которые умеют что-то делать (Например: ездить, или летать, или издавать какие-то звуки).

Поэтому я решил изготовить модель, способную летать.

**Цель** моего исследования - изготовить модель, способную летать.

### **Задачи исследования:**

Подобрать материал для корпуса и крыла.

Подобрать способ изготовления модели.

Найти способ «запускать» модель с одинаковой силой.

Выбрать через проведение опытов размеры и форму крыла, при которых модель летает хорошо.

## Поиск технологии изготовления и запуска моделей

При изготовлении модели я решил опираться на пример самолета.

Основное отличие моей модели от настоящего самолета – в ней нет двигателя, который есть у самолета. Но остальные основные части должны быть.



Также я внимательно рассмотрел «заводской» образец – модель планера с моторчиком на резинке.

Поэтому я пришел к выводу, что основные элементы моей модели должны быть как у самолета: фюзеляж, крылья, киль и стабилизатор.

### ***Модель с пенопластовым фюзеляжем.***

Фюзеляж первой модели я вырезал из пенопласта, а крылья сделал из картонной упаковки от сока. В фюзеляж они вставлялись просто в прорези в пенопласте.

Как и в настоящем самолете, я сделал киль. Но стабилизаторы не сделал, потому что они показались мне несущественным элементом.

Крыльев я сделал несколько пар, чтобы можно было проверить дальность полета с крыльями разной формы.

Чтобы запускать модель с одинаковой силой я решил сталкивать ее с табуретки, используя для удара линейку.

Но модель не летела – а просто «кувыркалась».

И сама технология изготовления оказалась очень неудачной:

- А) крылья постоянно отваливались
- Б) сила удара, как я ни старался, получалась разной
- В) Сам корпус из пенопласта крошился от ударов об пол.
- Г) Крылья были очень гибкие, и постоянно изгибались.

Я сделал вывод, что проводить исследования с такой моделью нельзя, т.к. я не смогу понять, что повлияло на результат (например, на дальность) – неровная сила удара раз от раза, или кривое положение крыльев, или что-то еще.

Результаты моих измерений и внешний вид модели приведены в Приложении 1.

Для продолжения исследования надо было решить проблемы:

- А) Как обеспечить одинаковую силу удара
- Б) Как сделать прочную (но легкую) модель, которая «не меняется» от запуска к запуску

### ***Первая модель «из пластикового поддончика».***

Покупая в магазине свежую зелень, я заметил, что лоточек, который используется для упаковки очень легкий, но довольно крепкий.

Поэтому я решил сделать модель из него.

Фюзеляж я склеил из двух полосок. Отдельно приклеил большое крыло (оно вырезано из цельного куска лоточка). И приклеил киль.

Полученная модель, после запуска ее «с руки», планировала – но не очень хорошо, постоянно «кувыркалась».

Кроме того, появилась проблема – я пробовал использовать для склейки деталей специальный клей – но он разъедал пенопласт до дыр. И даже клей «Момент» спустя 10-15 минут стал разъедать пенопласт.

Процесс изготовления модели приведен в приложении 2.

И, конечно, осталась проблема с тем, как запускать, каждый раз с одинаковой силой.

### ***Решение проблемы с запуском и новая технология изготовления моделей.***

Рассматривая книжки с разными моделями планеров, я обратил внимание на рисунок – «запуск модели планера при помощи рогатки».

У меня остался подаренный когда-то на день рождения игрушечный лук – как лук он пришел в негодность, стрелы от него потерялись. Но я придумал, что с его помощью можно сделать что-то вроде «рогатки». Если прикрепить его к плоской поверхности. А натягивая упругую резинку сильнее или слабее, можно регулировать силу толчка.



Фиг. 69. Запуск модели планера при помощи рогатки.

С помощью папы и скотча я укрепил лук на фанерке, нанес деления и получил прибор, который позволит мне запускать модели практически с одинаковым начальным толчком.

Кроме того, я заметил, что если подкладывать разные предметы под переднюю часть фанерки, то можно получить разный угол к горизонту, то есть запускать модели под разным начальным углом.

Т.к. клей разъедал пенопласт, то пришлось искать, чем можно скреплять детали между собой. Сначала я хотел скреплять их степлером, но мне показалось, что железные скрепки будут утяжелять модель. Кроме того, таким способом не прикрепить киль.

Очень удобным для склеивания оказался двусторонний скотч.

Теперь я мог обеспечить одинаковые условия запуска для моделей и мог делать аккуратные, не ломающиеся модели в большом количестве.



*Изготовленное приспособление для запуска*

### Как заставить модель летать?

Сделав первую модель, я стал ее запускать с помощью моей «катапульты». Я попробовал разную силу начального толчка, разные углы расположения катапульты.

Но результат был плохой – модель не летела. Она крутилась, кувыркалась, но самого полета не было.

Тогда я внимательно изучил рисунки планеров. И заметил, что почему-то я не сделал стабилизатор. Может, просто решил, что он не самая важная и существенная часть модели.

Поэтому я сделал стабилизатор.

Полет модели после этого изменился. Внимательно наблюдая за ним, я заметил, что на первой части полета модель летела. Но после этого она «задирала вверх нос», скорость ее резко замедлялась и она падала вниз хвостом.

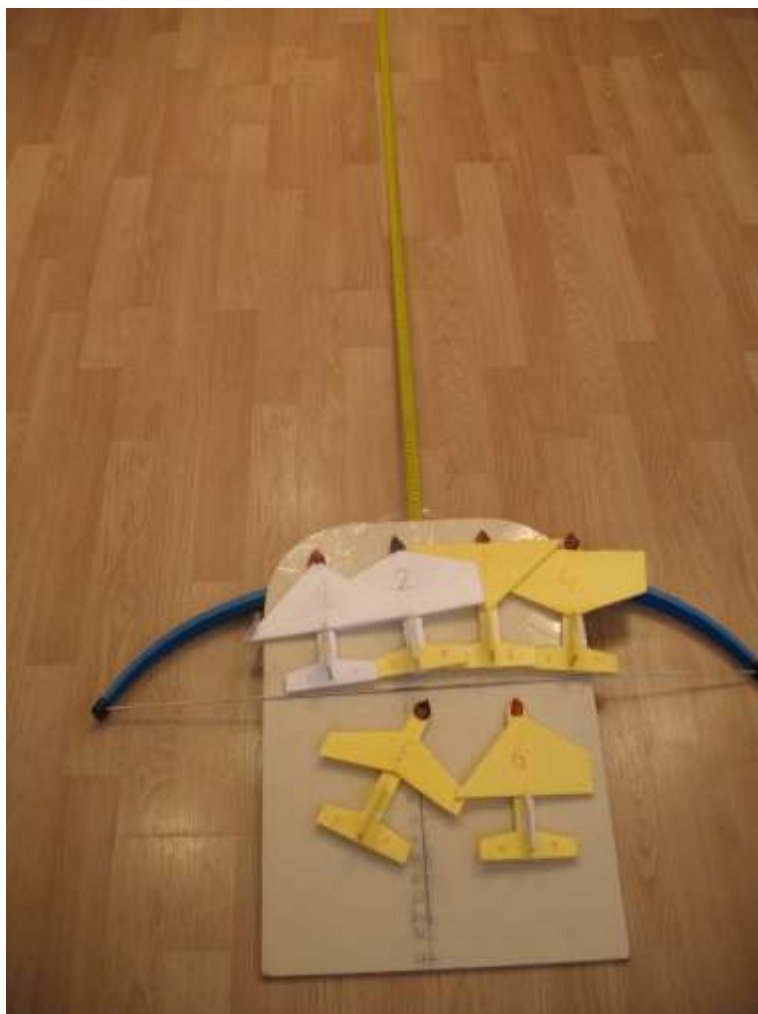
Я решил, что для того, чтобы нос не задирался, его нужно утяжелить. В качестве грузика оказалось удобно использовать пластилин.

После нескольких подборов я нашел вес грузика, при котором моя модель стала лететь!

Таким образом, я научился не просто делать летающую модель, но и придумал способ изготовления одинаковых моделей, отличающихся только одним параметром, а также способ запускать модели с одинаковыми начальными условиями.

Теперь нужно провести исследования, как разные параметры влияют на полет.

Процесс изготовления моделей по придуманной мной технологии приведен в приложении 3.



### Эксперименты с полетом модели

Экспериментов с моделью можно провести очень много. Я решил исследовать зависимость полета (дальности, качества полета) от нескольких параметров.

То есть я решил ответить на следующие вопросы:

1. Модели с какой формой крыла летают лучше?
2. Как влияет на полет сила начального толчка?
3. Как влияет на полет форма крыла?
4. Как влияет на полет ориентация крыла?
5. Что будет с полетом, если крылья будут несимметричные?

Чтобы не было путаницы, я пронумеровал каждую модель.

Номер	1	2	3	4	5	6
Описание модели	Треугольное крыло углом вперед	Трапецевидное крыло углом вперед	Треугольное крыло углом назад	Трапецевидное крыло углом назад	Узкое (стреловидное) крыло углом вперед	Несимметричное крыло

Результаты опытов я записывал в тетрадь-черновик. Сами модели, рабочую установку я фотографировал. Часть опытов я снял на видео.



Модель № 1



Модель № 2



Модель № 3



Модель № 4



Модель № 5



Модель № 6



### Опыт 1.

#### Модели с какой формой крыла летают лучше?

Чтобы ответить на этот вопрос я провел серию запусков моделей 1, 2 и 5 и постарался составить описание полета каждой модели.

#### Таблица к опыту 1.

##### Сравнение характеристик полета моделей с разной формой крыла.

Номер модели	1	2	5
Скорость полета	Средняя	Самая медленная	Самая быстрая
«Ровность» полета (по прямой или нет)	Средняя «ровность»	Самый ровный	Часто отклоняется прямой
Вертикальная скорость полета	Средняя скорость подъема и спуска	Очень плавно поднимается и опускается	Быстро поднимается и опускается
Плавность полета	Средний	Полет очень плавный	Полет не плавный

#### Вывод.

Большое крыло, то есть крыло с большой площадью делает полет более плавным и ровным. Но при этом скорость полета меньше, чем у узкого крыла (то есть крыла с меньшей площадью).

Чем меньше площадь крыла, тем более неровным становится полет (то есть модель летит не по прямой, а отклоняется от начального направления).

Чем больше площадь крыла, тем более плавным (парящим) становится полет модели.

Поведение в полете моделей 3, 4 и 6 описано в отдельных опытах.

## Опыт 2.

### Как влияет на полет сила начального толчка?

Для того, чтобы исследовать, как влияет на полет сила начального толчка, я провел ряд запусков моделей с разной силой начального толчка (силу толчка я изменял, сильнее или слабее натягивая жгут на установке).

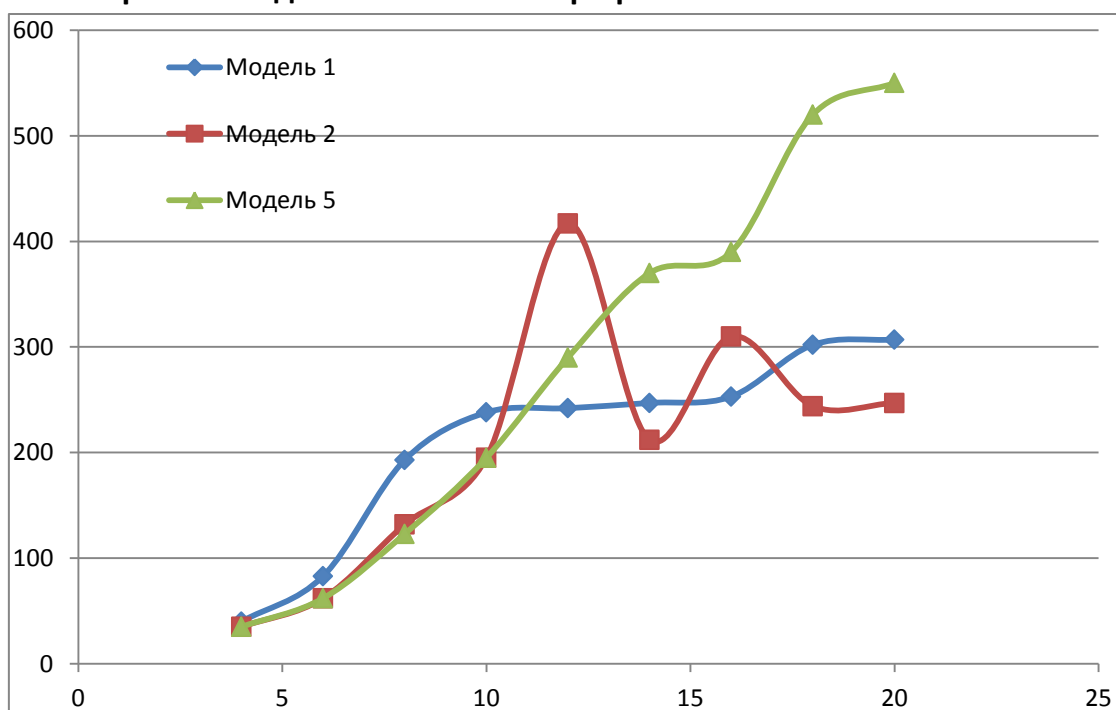
#### Таблица к опыту 2.

Сравнение дальности полета при различной силе начального толчка.

Номер опыта	Сила запуска (натяжение жгута, в см)	Дальность полета, см		
		Модель 1	Модель 2	Модель 5
1	4	40	35	35
2	6	83	62	62
3	8	193	132	123
4	10	238	195	195
5	12	242	417	290
6	14	247	212	370
7	16	253	310	390
8	18	302	244	520
9	20	307	247	550

#### График к опыту 2.

Сравнение дальности полета при различной силе начального толчка.



## **Анализ полученных результатов**

До определенного значения (в моих опытах – натяжение до 10 см) при росте силы толчка соответственно растет и дальность полета, причем независимо от формы крыла.

Далее, в зависимости от формы крыла дальность или почти не изменяется с увеличением силы толчка (модель 1, от 10 см до 16 см), или растет с силой толчка (модель 5).

Возможна ситуация (модель 2), при которой наибольшая дальность достигается при среднем значении силы толчка. То есть сначала дальность растет с ростом силы толчка, а потом убывает.

Эта ситуация показалась мне особо интересной, и я внимательно рассмотрел ее, несколько раз повторив опыт. При силе натяжения жгута 12 см дальность полета резко возрастала, а внешне полет модели выглядел так, как будто она снова подлетала вверх и далее парила.

Кроме того, я заметил, что с увеличением начальной силы толчка происходило увеличение не только скорости полета по горизонтали, но и заметное на глаз увеличение скорости перемещения модели по вертикали. Скорее всего, этим можно объяснить пологий участок графика для модели номер 1: модель резко снижается, и поэтому не успевает улететь далеко.

### **Вывод по опыту 2.**

До некоторого значения чем больше сила начального толчка, тем больше дальность полета. При этом форма крыла на дальность почти не влияет.

Дальность полета максимальна не обязательно при максимальной силе толчка. Есть сила толчка, при которой возможен переход модели в длительное планирование, в результате чего дальность полета резко увеличивается.

Имеется участок, на котором дальность полета при росте силы толчка остается практически неизменной.

### **Опыт 3.**

#### **Как влияет на полет форма крыла?**

Для того, чтобы исследовать, как влияет на полет форма крыла, нужно было постараться сделать так, чтобы во всем остальном модели были примерно одинаковы.

Этого я добивался с помощью того, что использовал одинаковые корпуса, одинаковые стабилизаторы и кили, и одинаковые грузики на нос модели.

Конечно, в идеале нужно было бы обеспечить одинаковую массу крыльев и одинаковую их площадь. Но с учетом, что масса грузиков намного больше массы самой модели, разницей масс между крыльями у разных моделей, я думаю, можно пренебречь.

Я хотел взвесить модели на весах, но отказался от этой идеи, т.к. точность взвешивания моих весов – 1 грамм, и это недостаточно, чтобы заметить разницу в массе моделей (сама модель вместе с грузиком весит примерно 7 грамм).

Сделать площадь крыльев одинаковой сложно, т.к. для этого нужно не просто вычислить площадь по известным размерам фигуры, а наоборот - подобрать размеры сложной фигуры так, чтобы получить нужную площадь.

Но я считаю, что проделанное исследование позволяет сделать определенные выводы.

Я сделал серию запусков моделей 1, 2 и 5 при одной и той же начальной силе толчка (натяжение на 10 см) и определил среднюю дальность полета.

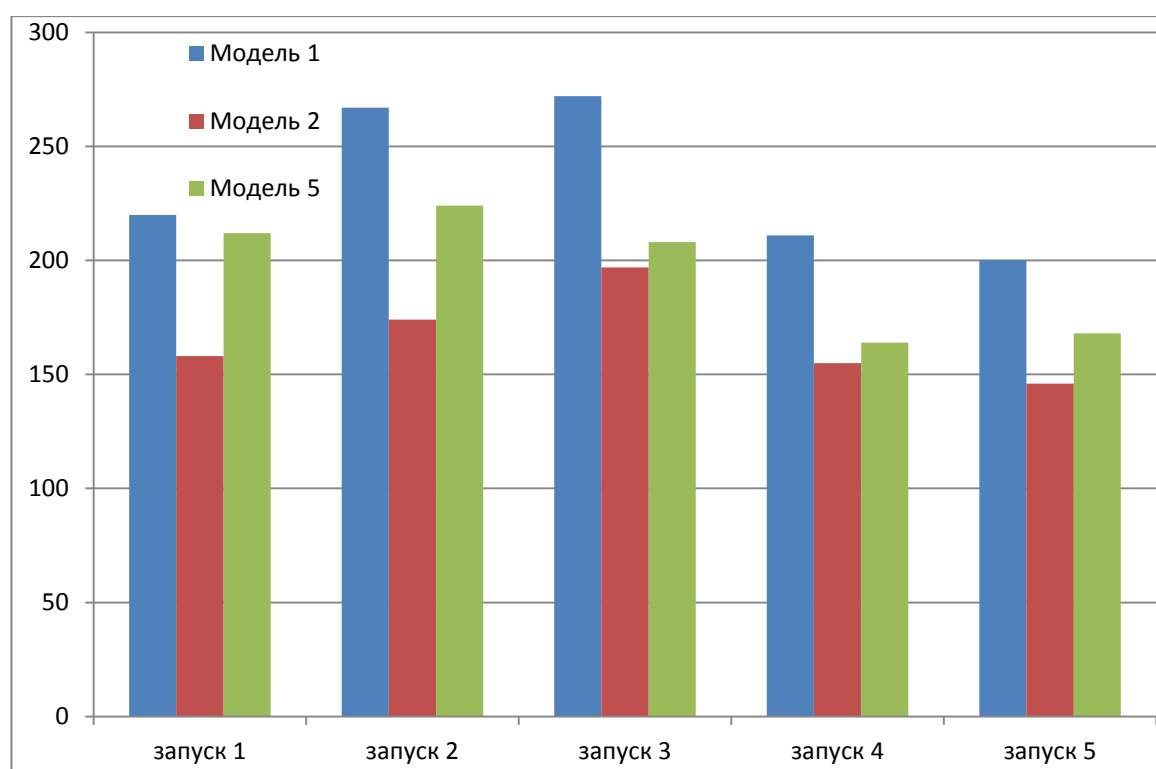
### Таблица к опыту 3.

#### Сравнение дальности полета при различной форме крыла

	Модель 1	Модель 2	Модель 5
<b>Запуск 1</b>	220 см	158 см	212 см
<b>Запуск 2</b>	267 см	174 см	224 см
<b>Запуск 3</b>	272 см	197 см	208 см
<b>Запуск 4</b>	211 см	155 см	164 см
<b>Запуск 5</b>	200 см	146 см	168 см
<b>СРЕДНЕЕ</b>	<b>234 см</b>	<b>166 см</b>	<b>195 см</b>

### График к опыту 3

#### Дальность полета при различной форме крыльев



### Вывод

Обнаружена явная зависимость дальности полета от формы крыла.

При заданной силе начального толчка наибольшая дальность полета достигается у модели 1 (треугольное крыло), наименьшая – у модели 2 (трапецевидное крыло).

#### Опыт 4.

##### Как влияет на полет ориентация крыла?

Проводя опыт номер 3 (как влияет на полет форма крыла), я не учитывал то, что площадь крыльев была различной.

И если массы моделей отличались незначительно (т.к. масса грузика была намного больше массы моделей, примерно 7 грамм по сравнению с 1 граммом), то различие площади крыльев было значительным.

Поэтому точно гарантировать, что я исследовал зависимость дальности полета именно от формы крыла (а не от площади крыла) нельзя.

Сделать площадь крыльев одинаковой сложно, т.к. для этого нужно не просто вычислить площадь по известным размерам фигуры, а наоборот - подобрать размеры сложной фигуры так, чтобы получить нужную площадь. Такими формулами я еще не могу пользоваться свободно.

Поэтому я решил, что можно просто «развернуть» крылья. То есть если модель имеет треугольное крыло, направленное острым углом вперед, то у второй модели можно сделать такое же крыло, только направленное острым углом назад.

##### Таблица к опыту 4.

##### Характеристика полета при различной ориентации крыла

Модель	1	3	2	4
Полет	Ровный, быстрый, плавный	Сначала ровный полет, потом резко «задирает» нос вверх, замедляется и начинает падать, слегка двигаясь вбок.	Не очень быстрый, очень ровный и плавный	Сначала ровный полет, потом резко «задирает» нос вверх, замедляется и начинает падать, слегка двигаясь назад.

##### Вывод

«Разворот» крыла приводит к тому, что модель сначала летит, но потом резко теряет скорость, меняет положение («задирает нос»), и из-за этого начинает падать. Так как кроме ориентации все остальные параметры оставались без изменений, можно предположить, что «обтекаемая» форма крыла помогает сохранять скорость дольше, а «обратное» положение крыла вызывает резкое падение скорости за счет трения об воздух.

### **Опыт 5. Что будет с полетом, если крылья будут несимметричные?**

В ходе выполнения работы мне стало интересно самому для себя ответить на такой вопрос.

Т.к. я научился легко изготавливать модели, то сделать модель с несимметричными крыльями было очень просто (модель № 6).

Проведя ряд запусков с различной начальной силой толчка я убедился, что во всех случаях полет выглядел одинаково: модель летела плавно, но траектория ее движения была не прямая, а кривая линия – она постоянно отклонялась от прямой и всегда в одну и ту же сторону, как бы описывая полукруг.

#### **Вывод**

Для обеспечения ровного полета необходима одинаковая форма крыльев.

Возможно, именно поэтому модель с наибольшей площадью крыльев летала у меня ровнее всех остальных, т.к. неточность изготовления крыльев примерно одинаковая у всех моделей, но для крыльев большей площади влияние этой неточности меньше, чем для крыльев маленькой площади.

### **Вывод по работе**

В своей работе я добился поставленной цели – смог изготовить модель, способную летать.

Кроме того, я провел ряд экспериментов, в которых определил, как влияют на полет сила начального толчка, форма крыла.

Я понял, для чего крылья делают обтекаемой формы и почему они должны быть симметричными.

Я понял, что для того, чтобы построить хорошо летающую модель, нужно учесть очень большое количество различных характеристик.

Кроме того, я понял, что на полет (его «ровность», скорость, дальность) влияет очень большое количество параметров – это и масса модели, и расположение грузика на ней, и форма и ориентация крыльев, и сила начального толчка...

На будущее, используя мою методику, можно провести эксперименты, в которых исследовать зависимость характеристик полета от массы груза, от его положения на модели, от угла начального запуска модели.

Можно попробовать определить условия, при которых полет будет максимально ровным (прямым).

Можно попробовать определить не только дальность полета, но и его скорость и продолжительность.

Также мне кажется интересным попробовать изготовить такие же модели, но увеличенные в несколько раз и посмотреть, как изменение размеров повлияет на полет.

Наиболее интересным мне представляется исследование, при каких условиях модель будет переходить в режим планирования – как у меня получилось в опыте № 2 для модели № 2.



## Приложение 1.

### Первая модель – пенопластовый фюзеляж.

Модель запускалась с табуретки, ударом линейки по ней.

Форма крыла «срисована» с крыла из модели из конструктора для сборки модели самолета.

Крылья были сделаны из упаковки от сока, из картона и из пленки для ламинирования.



№ опыта	картон	Пластик	Пленка(лен)
I	66 см	68,5 см	38 см
II	60 см	49 см	42 см
III	55 см	45,5 см	40 см
IV	66 см	39 см	63 см
V	62 см	42 см	50 см
Среднее	61,8 см	54,8 см	46,6 см
Как летит?	ПРЯМО	КУВЫРКАЕТСЯ	КРИВО
Характ. крыла	жесткое	жесткое	мягкое, гибкое
	легкое	тяжелое	очень легкое
Характ. полета	стабильный	нестабильный	очень нестабильный



## Приложение 2.

### Модель из пластикового поддончика

Сам поддончик оказался легким и удобным материалом.

При склеивании возникли проблемы – клей разъедает пенопласт.



Поддончик от зелени



Материал легко режется



Изготовление модели



Клей разъедает пенопласт



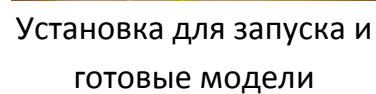
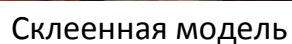
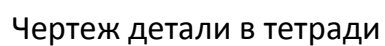
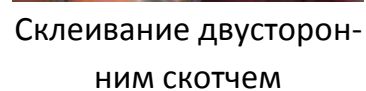
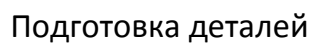
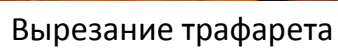
«Момент» разъедает медленнее!



Изготовленная модель



## Изготовление моделей по моей технологии



### Некоторые результаты опытов из тетради наблюдений.

Модель №1      Модель №2      Модель №5

I	220 см	152 см	212 см
II	264 см	144 см	224 см
III	272 см	194 см	208 см
IV	21 см	195 см	161 см
V	20 см	116 см	108 см

10 см

N. on.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сила давления	4 см	6 см	3 см	10 см	17 см	14 см	16 см	18 см	20 см
Давление на...	40 см	83 см	193 см	238 см	242 см	244 см	243 см	30 см	307 см
№ 1									
№ 2	35 см	62 см	132 см	195 см	144 см	212 см	310 см	200 см	200 см
№ 5	35 см	62 см	123 см	197 см	240 см	370 см	390 см	30 см	300 см

10 см

Старая версия сайта

В конце пути появилось море и скалы, обилие

При ↑ силе давления возрастает сила, но

ср. в м. ст. заметно больше, но и

ср. ст. скалы

# Приложение 5

## Чертеж модели № 1

