

**муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
дом детского творчества станицы Калининской**

**Исследование влияния аэродинамических схем  
авиамоделей на их летные качества**

**Автор: Безрукавый Олег Юрьевич,  
учащийся объединения «Авиамоделист»  
МБУ ДО ДДТ ст.Калининской**

**Руководитель: Бездверный  
Владимир Алексеевич,  
педагог дополнительного образования  
МБУ ДО ДДТ ст.Калининской**

**ст.Калининская  
2023 г.**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. История появления первых авиамodelей.....	5
2. Технология создания простейших авиамodelей.....	8
3. Изучение аэродинамических свойств модели, первые запуски и регулировка.....	10
4. Наблюдения и эксперименты.....	11
5. Правила техники безопасности при работе.....	14
6. Экономическое обоснование.....	15
7. Экологическое обоснование.....	16
Заключение.....	17
Список литературы.....	18
Приложения .....	19

## Введение

На заре рождения авиации совершенно отсутствовало понятие о том, каким должен быть летательный аппарат. Логичной была идея, что он должен копировать птицу. Неизменные неудачи в этом направлении привели энтузиастов-изобретателей к мысли использовать неподвижное крыло вместо летающего. Одним из доступных средств практической проверки предложенных идей было создание небольших летающих моделей. Опыты с летающими моделями сыграли важную роль в появлении самолета. Благодаря им была продемонстрирована принципиальная возможность полета аппарата с неподвижным крылом, разработаны методы обеспечения устойчивости, изучены свойства летательных аппаратов различных аэродинамических схем.

Стремление оторваться от земли и взмыть в небеса не покидало человека, и, благодаря авиамоделированию, мечта о полетах осуществилась.

В детстве практически все мальчишки и девчонки мечтают полетать на самолете. Именно тогда они начинают конструировать разные летательные аппараты. При создании своей модели каждый вкладывает в него частичку своей души. И когда созданная своими руками модель совершает свой первый полет, разгорается неопишное чувство восторга и радости.

Занимаясь в объединении «Авиамоделист», на начальном этапе мы строим из пенопласта, реечек и фанеры простейшие летающие модели. При этом мы копировали образцы, которые нам давал преподаватель, вносили в них свои изменения. Запуская построенные модели, я обнаружил, что разные авиамодели летают по-разному. У меня появилась идея сконструировать такую модель, которая бы летала быстрее, дальше, чем остальные. Для этого я решил сделать несколько таких моделей и выявить среди них модели с наилучшими лётными качествами.

**Актуальность.** Тема данной работы очень актуальна для понимания законов аэродинамики, помогает развить техническое мышление, приобщиться к практическим навыкам работы с материалами и инструментами, получить практические навыки проектирования и конструирования летательных аппаратов. Делает возможным в дальнейшем проектирование более сложных моделей самолетов на занятиях в объединении «Авиамоделист».

**Цель работы:** исследовать влияние разных аэродинамических схем авиамodelей на их летные качества.

### Задачи:

1. Изучить различные источники информации, провести ее анализ.
2. Познакомиться с историей развития первых авиамodelей.

3. Сконструировать и построить экспериментальные модели самолетов различных аэродинамических схем.

4. Выработать навыки правильного запуска моделей.

5. Провести испытания и проанализировать полет сконструированных моделей.

6. Определить наиболее удачную аэродинамическую схему модели.

**Объект исследования:** дальность полета авиамodelей.

**Предмет исследования:** летные качества авиамodelей.

**Гипотеза** – можно предположить, что летные качества авиамodelей зависят от ее аэродинамической схемы.

Использованы следующие **методы исследования:**

1. Теоретические:

- анализ источников информации;
- определение этапов работы;
- изучение аэродинамических схем авиамodelей.

2. Практические:

- конструирование и выполнение моделей;
- наблюдение;
- эксперимент;
- обобщение и выводы.

**Новизна** исследования заключается в конструировании различных видов авиамodelей, исследовании их летных качеств.

**Практическая значимость** возможность применения результатов исследования при использовании авиамodelей на занятиях в объединении «Авиамodelист» в качестве наглядных пособий при изучении законов аэродинамики, ориентация на профессии, повышение технической грамотности и интереса к техническому конструированию.

## 1. История появления первых авиамodelей

Постройка полноразмерного летательного аппарата дело очень затратное. Поэтому вполне естественным было желание изобретателей проверить свои идеи на уменьшенных копиях таких аппаратов, т.е. моделях.

Модель самолета - это самолет в миниатюре со всеми его свойствами, аэродинамикой, прочностью, конструкцией.

История донесла до нас информацию о том, что в 1843 году англичанин Уильям Хенсон построил гигантскую по размерам модель (рис.1). Размах ее крыла равнялся 7 метрам. Проект назывался «Воздушная карета». Внешне она имеет сходство с современным монопланом, т. е. самолетом, имеющим одну несущую поверхность [1].

К сожалению, модель не полетела. Главной причиной неудачи испытаний было плоское крыло без профиля.

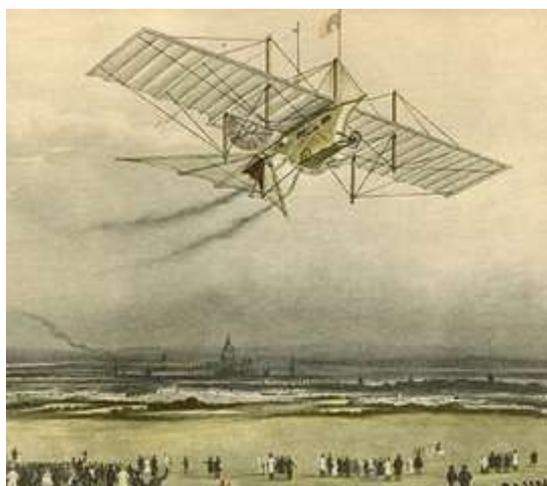


Рисунок 1. Воздушная карета

В 1871 году модель француза Альфонса Пено пролетела 11 метров за 4 секунды (рис. 2). Его аппарат, получивший название «Планофор» с резиновым двигателем был, можно сказать, предшественником сегодняшних моделей. Резиновый жгут закручивался на 240 оборотов [2].

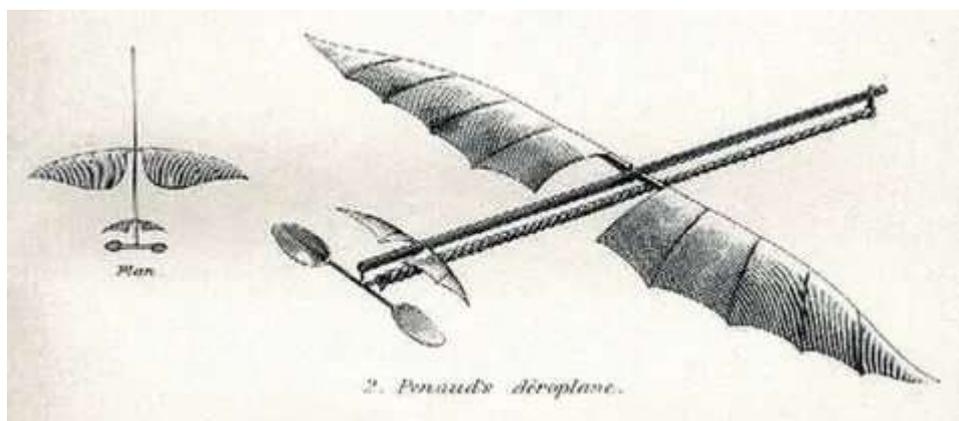


Рисунок 2. Планофор

Модель представляла собой небольшой моноплан с размахом крыльев 45 см, длиной 50 см и весом 15 грамм. Модель приводилась в движение скрученными резиновыми нитями, приводящими в движение двухлопастный пропеллер.

В царской России морской офицер Александр Федорович Можайский в 1873-1876 г.г. создал модель, приводящуюся в движение часовой пружиной. Для взлёта и посадки модель имела четыре колеса, расположенные под фюзеляжем. Модель после раскручивания пружины свободно планировала к земле (рис. 3).

Эта модель состояла из небольшой лодочки-фюзеляжа, к которой под углом была прикреплена одна прямоугольная несущая поверхность. Тягу создавали три воздушных винта, один из которых располагался в носу лодочки, а два других - в прорезях крыла. Винты приводились в движение скрученным резиновым жгутом или часовой пружиной. Модель совершала устойчивые полеты со скоростью свыше 5 м/сек. [3].



Рисунок 3. Модель А.Ф. Можайского

Американский астроном и физик Сэмюэль Ленгли в 1896 году испытал крупную модель, названную «Аэродром 5» (рис. 4).



Рисунок 4. Модель «Аэродром 5»

В 1897 г. немец Рауль Хоффман продемонстрировал однокрылую модель приводимую в движение двигателем на углекислом газе (рис. 5), Самолет имел бесхвостую полукруглую конфигурацию (бесхвостый самолет) [4].

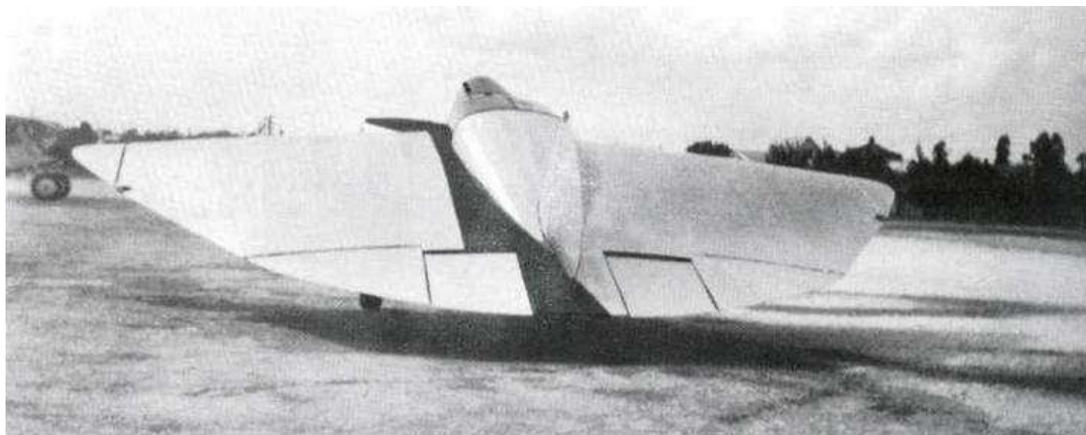


Рисунок 5. Бесхвостый самолет

Сегодня авиамоделизм шагнул далеко вперед. Наряду с традиционными материалами, такими, как дерево, папиросная и длинноволокнистая бумага, в настоящее время широко применяются стеклоткань, карбон, пенопласт, лавсановая и термоусадочная пленки. Появились мощные авиамodelьные электродвигатели, LiPo аккумуляторы, бензиновые двигатели, аппаратура радиуправления. Это позволяет создавать легкие, мощные, красивые авиамodelи.

## 2. Технология создания простейших моделей

После изучения литературы и информации сайтов Интернета я решил построить несколько моделей с разными аэродинамическими схемами. Аэродинамическая схема самолёта характеризует геометрические и конструктивные особенности самолёта. Известно много признаков, по которым определяют аэродинамическую схему, но в основном их различают по расположению крыла по отношению к фюзеляжу, числу крыльев, типу и расположению двигателей, способу взлета и посадки.

В зависимости от взаимного расположения крыла и геометрических особенностей выделяют разные аэродинамические схемы (приложения 1- 7).

Первую модель я назвал среднеплан, так как в этой модели крыло расположено в средней части фюзеляжа.

Вторая модель – фарман, ее прототип – один из самых массовых самолётов довоенного времени, построенный Анри Фарманом в 1909 году. Первый полёт состоялся в 1909 году.

Третья модель получила название рама, поскольку с земли этот самолет выглядел классической прямоугольной «рамой». Две хвостовые балки способствовали лучшим аэродинамическим показателям.

Четвертая – стреловидное крыло, которое наклоняется либо назад, либо иногда вперед от своего основания, а не в прямом боковом направлении.

Пятая модель - биплан – имеет две несущие плоскости, расположенные одна над другой. Данная конструкция позволяет получить большую площадь крыльев и подъёмную силу при меньшем размахе крыла.

Следующая модель - утка - названа так потому, что один из первых самолётов, сделанных по этой схеме, напомнил очевидцам утку.

Летающее крыло – объединяет фюзеляж, крыло и хвостовое оперение. Это бесхвостый самолет, у которого нет определенного фюзеляжа, а экипаж, полезная нагрузка, топливо и оборудование размещены внутри основной конструкции.

В качестве материалов для крыла и оперения своих моделей я использовал пенопластовую потолочную плитку толщиной 4 мм., послужившую основой для моих конструкций.

Габариты моделей выбирались примерно одинаковыми исходя из размеров потолочной плитки (50x50см.). При конструировании моделей я старался выдержать примерно равные размах крыла, его площадь, вес готовой конструкции.

Были выполнены эскизы, на основании которых изготовлены элементы моделей.

Для фюзеляжа использованы сосновые рейки сечением 5x5 мм.. Детали модели склеивал термоклеем. Грузик выпиливал из фанеры. Красивый внешний вид придавал при помощи цветного скотча.

Особое внимание уделялось симметрии модели и правильному расположению центра тяжести. В процессе регулировки модели его положение меняли, добавляя кусочки пластилина или фанеры в носовую или хвостовую части модели. От симметрии и точной центровки модели зависит, насколько хорошо она полетит [6].

Балансировка очень важна для запусков на улице. Модель должна сохранять правильное устойчивое положение, несмотря на порывы ветра.

Для того чтобы достичь высоких результатов при запуске, требуется овладеть правильной техникой броска:

- чтобы отправить модель на максимальную дистанцию, нужно направлять ее по наклонной к земле траектории с углом примерно равным углу планирования;
- скорость, с которой ее выпускаем, примерно должна быть равна скорости полета;
- плоскость крыльев должна быть параллельна земле;
- если запуск производится на улице, необходимо учитывать направление и силу ветра [7].

### **3. Изучение аэродинамических свойств модели, первые запуски и регулировка**

После сборки моделей и полного высыхания клея можно приступать к первым запускам и регулировке моделей. В управлении самолета участвуют множество рулей, но мой «самолет» не управляемый, а свободнолетающий, поэтому за качество полета модели отвечает правильная центровка модели и равномерное распределение веса относительно центра тяжести модели.

Настройка модели для свободного полета осуществляется путем пробных запусков. Чтобы запустить модель, надо поднять её над головой и слегка приподняв нос модели, плавно толкнуть вперед. Регулировка заключается в подборе центра тяжести модели так, чтобы модель летела по прямой траектории, плавно снижаясь. Если при этом она взмывает вверх, задирает нос (перевешивает хвост модели), теряет скорость и падает - кабрирует, необходимо загрузить нос. Если модель круто снижается – пикирует (перевешивает нос), надо уменьшить груз в носовой части модели (убрать немного пластилина). Настройка модели для свободного полета осуществляется путем пробных запусков. Чтобы запустить модель, надо поднять её над головой и слегка приподняв нос модели, плавно толкнуть вперед. Регулировка заключается в подборе центра тяжести модели так, чтобы модель летела по прямой траектории, плавно снижаясь. Если при этом она взмывает вверх, задирает нос (перевешивает хвост модели), теряет скорость и падает - кабрирует, необходимо загрузить нос. Если модель круто снижается – пикирует (перевешивает нос), надо уменьшить груз в носовой части модели (убрать немного пластилина).

Надо иметь в виду, что траектория полета зависит также от силы толчка, поэтому силу толчка нужно отработать, несколько раз повторяя запуск модели.

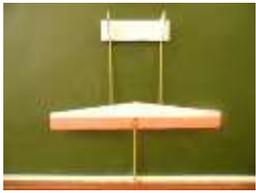
Запуск на открытом воздухе помимо дополнительных проблем (ветер) создает и дополнительные преимущества. Используя восходящие потоки воздуха, можно заставить самолет лететь достаточно далеко и долго. Сильный восходящий поток можно найти, к примеру, около большого многоэтажного дома: ударяясь о стену, ветер меняет направление на вертикальное. Более удачную воздушную подушку можно отыскать в солнечный день на детской площадке. Темный асфальт сильно нагревается, и горячий воздух над ним плавно поднимается вверх.

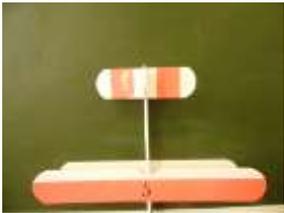
Проведя регулировку моделей можно провести соревнования на дальность полета или точность посадки.

#### 4. Наблюдение и эксперименты

Повысить точность экспериментов можно, запуская модель в большом помещении, где не мешают уличные потоки или порывы воздуха. Поэтому после пробных запусков для регулировки собранных моделей были проведены экспериментальные запуски в помещении. У каждой модели были три попытки, чтобы показать свои летные качества. Все данные занесены в сводную таблицу № 1. В этой таблице желтым цветом выделены лучшие результаты для каждой аэродинамической схемы в результате выполнения практической части исследовательской работы. Зеленым цветом выделены модели, давшие лучшие результаты, синим – самые неуспешные.

Таблица № 1. Результаты пробных запусков

модель		попытки			примечание
№ п/п	аэродинамическая схема	1-я	2-я	3-я	
1	<p style="text-align: center; color: green;"><b>Среднеплан</b></p> 	10	10	9	Стабильный полет
2	<p style="text-align: center;">Фарман</p> 	8	7	9	Требует аккуратности при запуске
3	<p style="text-align: center; color: green;"><b>Рама</b></p> 	11	12,5	15	Неприхотливость модели
4	<p style="text-align: center;">Стреловидное крыло</p> 	9	9	10	Устойчивый полет

5	<p style="text-align: center;"><b>Биплан</b></p> 	8	4,5	8	Малая скорость полета
6	<p style="text-align: center;"><b>Утка</b></p> 	4	6	5	Очень капризная модель
7	<p style="text-align: center;"><b>Летающее крыло</b></p> 	12	9	11	Большая скорость полета

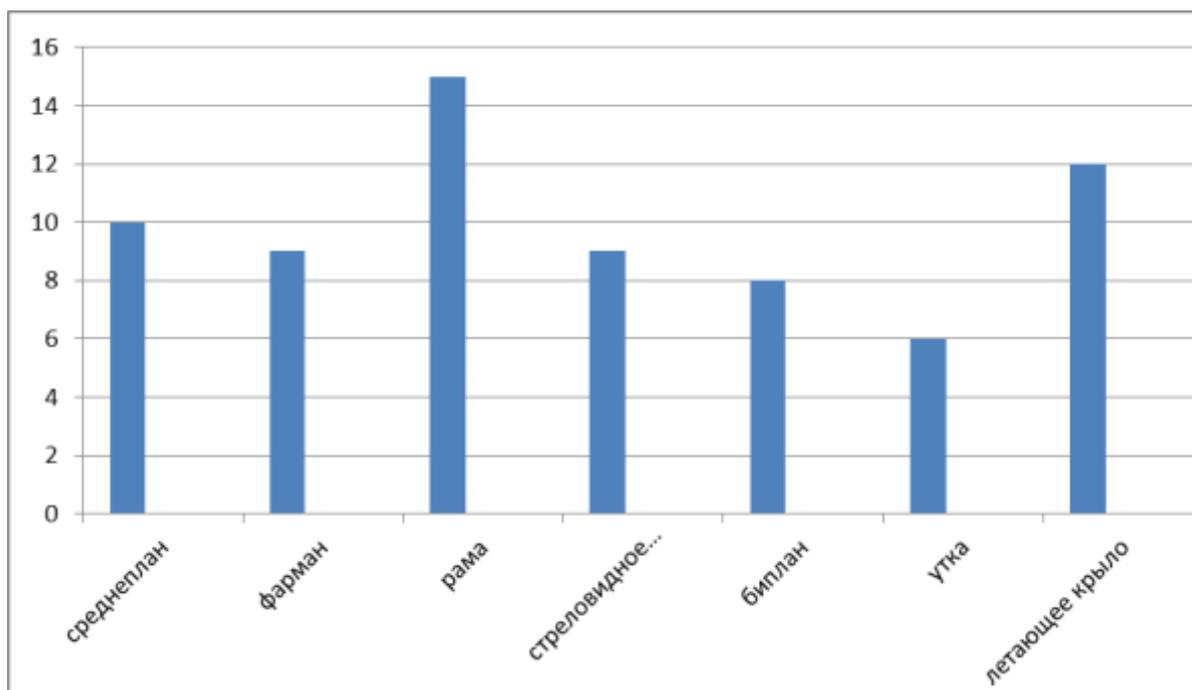
Из таблицы видно, что лучшие результаты в ходе испытаний во время третьего броска показала модель № 3, собранная по схеме двухфюзеляжного самолета (рама), пролетевшая 15м.. Близкие результаты показали модели летающее крыло (№ 7) – 12 м. в первой попытке, и собранная по схеме среднеплана модель № 1, пролетевшая достаточно большое расстояние и показавшая наименьшее расхождение в показателях дальности полета.

Средние показатели у моделей № 4 – стреловидное крыло (устойчивый полет) и № 2 – фарман (требует аккуратности при запуске).

Худшие показатели оказались у моделей № 5 (биплан) и № 6 (утка), проявивших себя как модели с малой скоростью полета и достаточно капризные. две несущие плоскости, нагрузка на крыло неправильное проектирование – плоскость крыла большая, а веса нет.

По итогам анализа средней дальности полета получены показатели, которые отображены в диаграмме № 1.

Диаграмма № 1. Мониторинг средней дальности полета



Данные диаграммы показывают, что лучший результат у модели «рама», затем у летающего крыла и среднеплана.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что летные качества каждой модели зависят от аэродинамической схемы, правильного положения центра тяжести, правильности запуска.

Таким образом, для постройки простейших летающих моделей можно выбрать наиболее удачные аэродинамические схемы «рама», «летающее крыло», «среднеплан». Наименьшей сложностью изготовления при этом обладает схема летающего крыла (треугольное крыло), которую тоже можно рекомендовать для изготовления.

## 5. Правила техники безопасности при работе

Не приступать к работе, не получив подробного инструктажа по приемам работы и правилам техники безопасности.

Обработку древесины и других материалов производить в помещении, оборудованном вытяжной вентиляцией.

Ввиду остроты инструментов их следует хранить в специальных футлярах или отделениях, сделанных в столе или шкафу.

Заточив канцелярский нож, нужно помнить, что в руках появился не только надежный помощник, но и опасный предмет.

Во время выполнения работы необходимо осторожно пользоваться режущим инструментом: не класть на край стола, не резать на весу, не проверять остроту инструмента рукой, проверить перед работой надежность крепления лезвия в рукоятке. При пользовании клеем строго соблюдать правила на этикетке.

Не запускать модели в сторону деревьев и препятствий.

### 6. Экономическое обоснование

Для того, чтобы подсчитать затраты на выполнение моделей, необходимо знать стоимость всех необходимых для этого материалов. Для изготовления моделей потребовалось:

№п/п	Материалы и инструменты	К-во	Цена (руб.)	Сумма (руб.)
1	Потолочная плитка	10 листов	15	150
2	Термоклей	2 шт	30	60
3	Рейки для фюзеляжа из обрезков	-	-	-
4	Нож канцелярский	1	70	70
5	Линейка металлическая 50 см.	1	60	60
6	Фломастер	1	30	30
7	Скотч цветной	1 рулон	40	40
8	Рулетка 5м.	1	120	120
	Наждачная бумага	1	30	30
	Итого:			560

На все семь моделей я затратил 560 рублей, т.е. одна модель стоит 80 руб.. Для сравнения: в интернет-магазинах стоимость одной модели 277 руб.[8]. Экономия составила 71%.

## **7. Экологическое обоснование**

Модели изготовлены из потолочной плитки, не имеющей запаха, и древесины – экологически чистого продукта.

При нарезании реек для фюзеляжа в зоне резки образуются отходы в виде опилок, которые при утилизации не наносят вреда окружающей среде. При работе с клеем образуется неприятный запах. Для его устранения используется вытяжная система.

## Заключение

Проведя эксперименты по определению дальности полета, я пришел к главному выводу, что летные качества модели самолета зависят от ее аэродинамической схемы.

Основным методом исследования был выбран эксперимент. В ходе исследования были созданы семь моделей с различной геометрией крыла. Проведены испытания моделей, в результате которых проявились их летные качества.

Поставленная цель достигнута, задачи выполнены: изучена литература о разных аэродинамических схемах, истории развития первых авиамodelей; сконструированы и построены экспериментальные модели самолетов различных аэродинамических схем; выработаны навыки правильного запуска моделей; проведены испытания и проанализирован полет сконструированных моделей. Определена наиболее эффективная аэродинамическая схема модели.

Выводы. Проведенные исследования показали, что летные качества модели зависят от ее аэродинамической схемы. Таким образом, гипотеза, выдвинутая в начале работы, подтверждена.

В процессе работы над проектом приобретены навыки работы с пенопластом и клеем, выполнением чертежей, регулировки и запуска моделей, освоены правила безопасности при работе с инструментами.

Строя летающие модели, я научился чертить, работать различным инструментом, ознакомился с разными аэродинамическими схемами.

Я считаю, что проект приобщает к трудовой деятельности, служит средством ориентации на инженерно-технические профессии, отвлекает от телевизора и компьютера, дарит живое человеческое общение, возможность моделировать, конструировать, реализовать свои идеи и стать успешным и конкурентноспособным, в современном обществе. Работа над проектом развивает дизайнерские и конструкторские навыки, интерес к техническому моделированию, пространственное мышление. Навыки конструирования обязательно пригодятся в будущем тем, кто выберет профессию конструктора, инженера, дизайнера и многих других. Модели могут использоваться педагогом как летающее наглядное пособие для объяснения учащимся основ аэродинамики. В этом заключается **практическая значимость** работы.

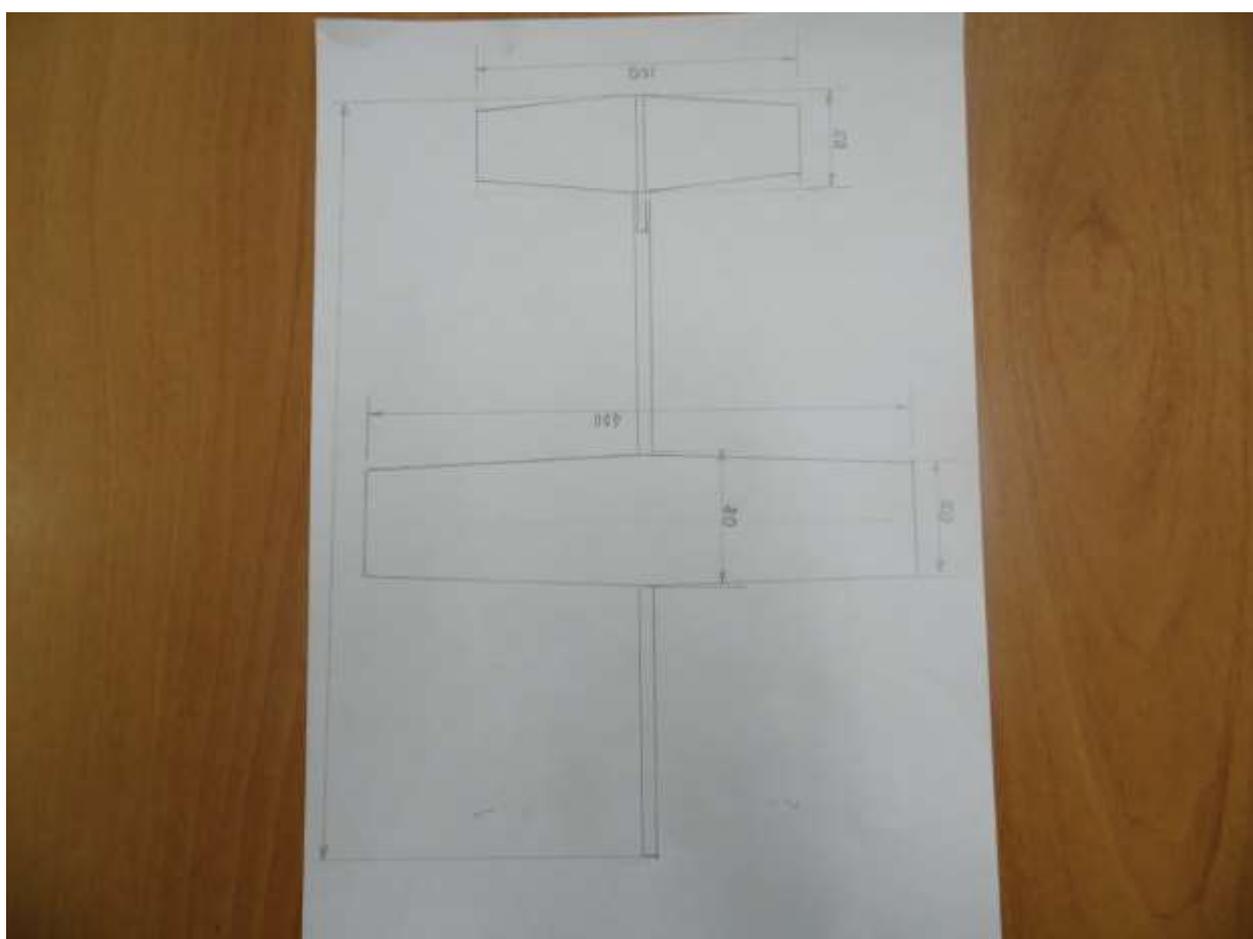
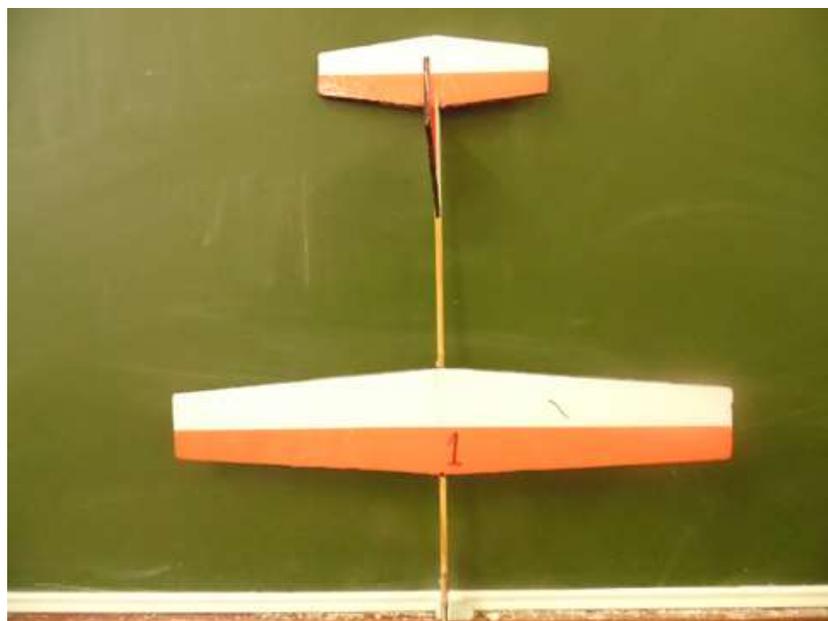
Модели из потолочной плитки очень просты в изготовлении, не требуют дорогих материалов, дают возможность строить на занятиях модели таких схем, которые обеспечат красивый, стабильный полет. Их можно запускать не только в помещении, но и на улице. С ними можно проводить различные соревнования: на дальность полёта, точность посадки.

### Список используемой литературы

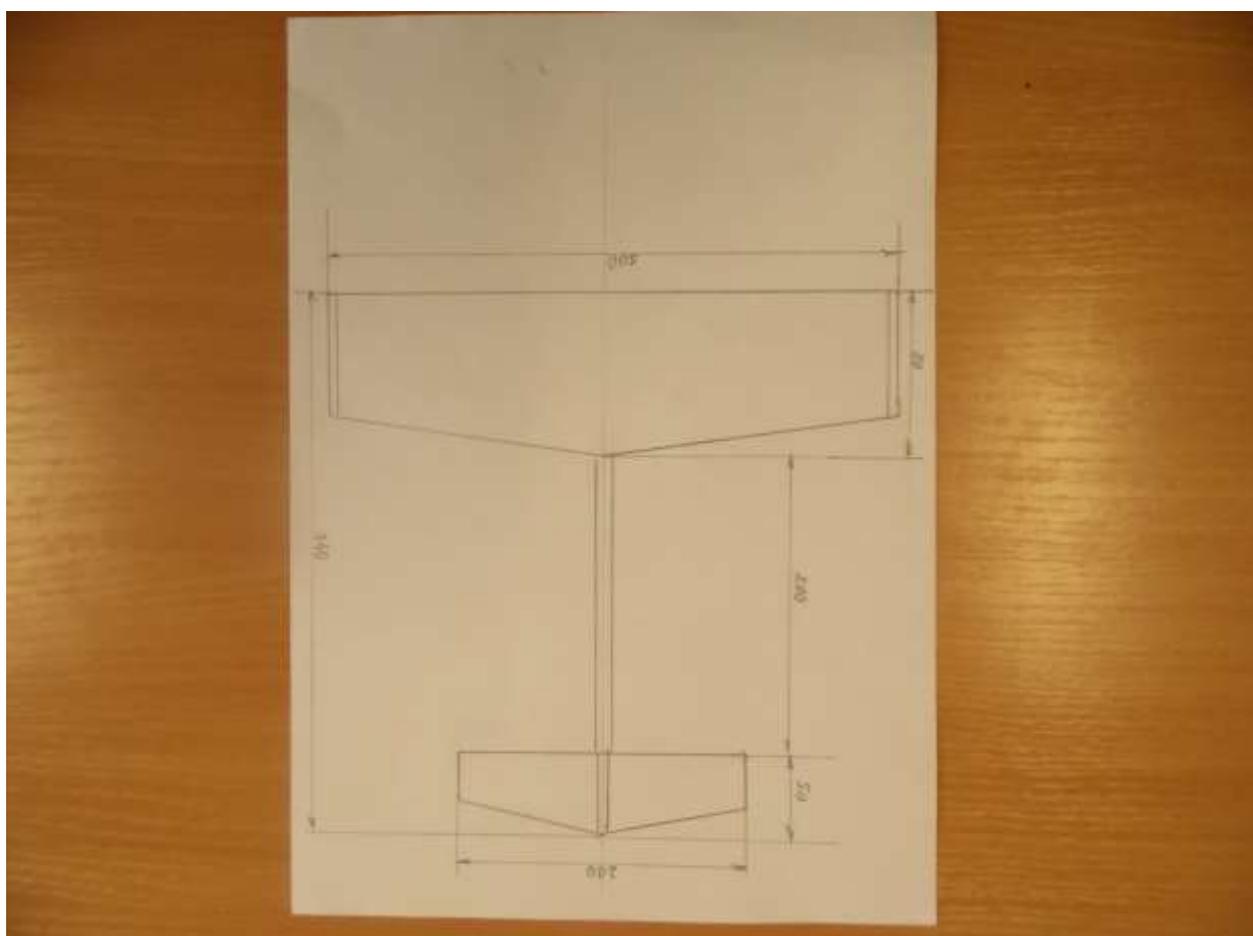
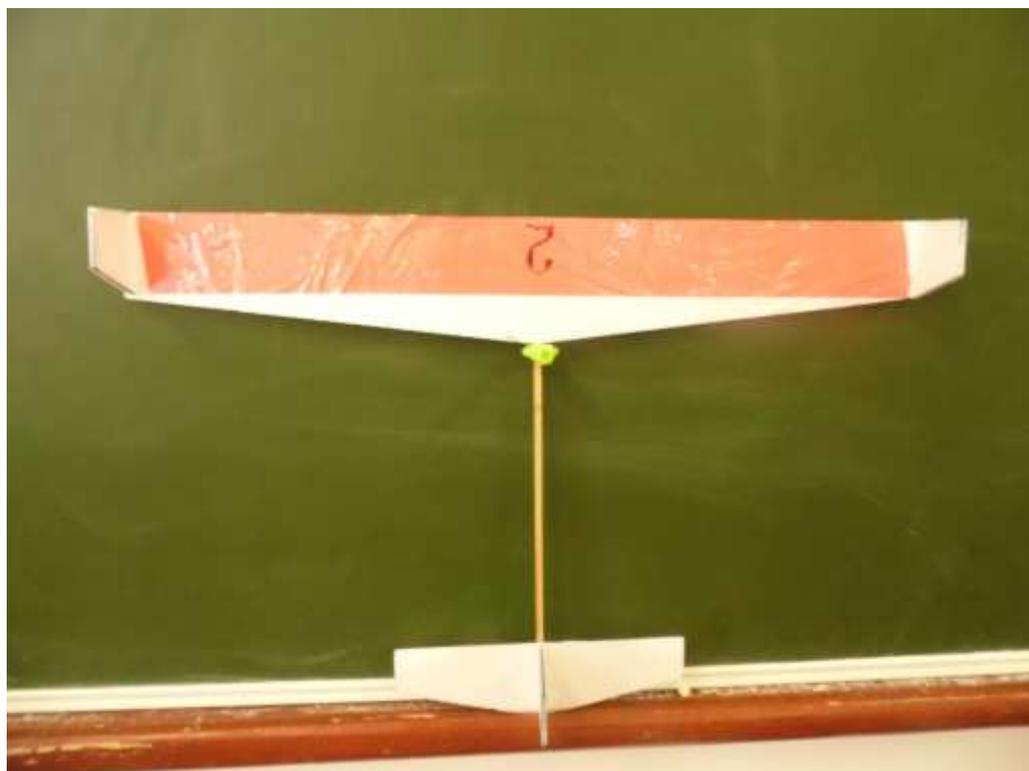
1. <https://alternathistory.com/vozdushnaya-kareta-uilyama-hensona-i-dzhona-stringfellow/>
2. [https://www.hmong.press/wiki/Alphonse\\_Pénaud](https://www.hmong.press/wiki/Alphonse_Pénaud)  
<https://litlife.club/books/177807/read?page=37>
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Можайский,\\_Александр\\_Фёдорович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Можайский,_Александр_Фёдорович)
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_авиации\\_С.Ленгли\\_в\\_1896\\_году\\_испытал\\_модель\\_«Аэродром\\_5»](https://ru.wikipedia.org/wiki/История_авиации_С.Ленгли_в_1896_году_испытал_модель_«Аэродром_5»)
5. [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.ce8821c0-6368d313-373d3004-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Raoul\\_Hoffman](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.ce8821c0-6368d313-373d3004-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Raoul_Hoffman)
6. [https://nsportal.ru/sites/default/files/2020/07/02/metod.\\_posobie\\_bumazhnye\\_modeli.pdf](https://nsportal.ru/sites/default/files/2020/07/02/metod._posobie_bumazhnye_modeli.pdf)
7. [https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXIUFoewruDoDFuIW5i5QTW1qSEniT6jtkBrKuJ9Ul\\_jNjQUBIJVHmnXupD4\\_yeqRqssk13RNwqkVK9\\_taGrlg2PWcZVyZTaE-v8F-J2bNOqKeU5Yrnhb27iXGAsXdf6t5mmD6bJLQ%3D%3D%3Fsign%3DCWrgwE98I-7O5dgGAFn952Nhw8FC0PNhyhRYGLVTqkQ%3D&name=metodichka\\_pchela\\_strizh\\_istrebitel\\_szhataya.doc&nosw=1](https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXIUFoewruDoDFuIW5i5QTW1qSEniT6jtkBrKuJ9Ul_jNjQUBIJVHmnXupD4_yeqRqssk13RNwqkVK9_taGrlg2PWcZVyZTaE-v8F-J2bNOqKeU5Yrnhb27iXGAsXdf6t5mmD6bJLQ%3D%3D%3Fsign%3DCWrgwE98I-7O5dgGAFn952Nhw8FC0PNhyhRYGLVTqkQ%3D&name=metodichka_pchela_strizh_istrebitel_szhataya.doc&nosw=1)
8. <https://www.ozon.ru/category/kartonnye-modeli-samoletov/>

## Приложение № 1

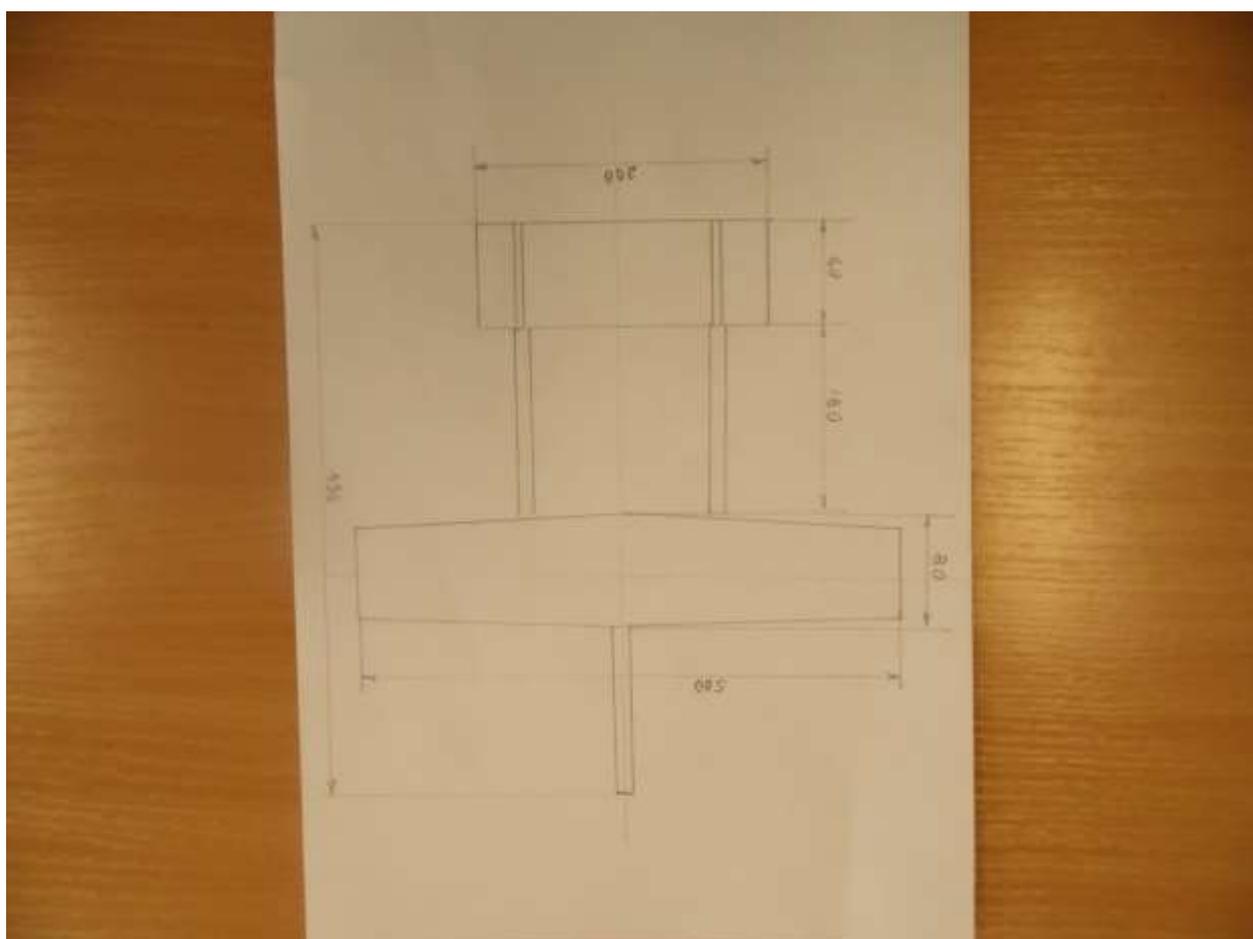
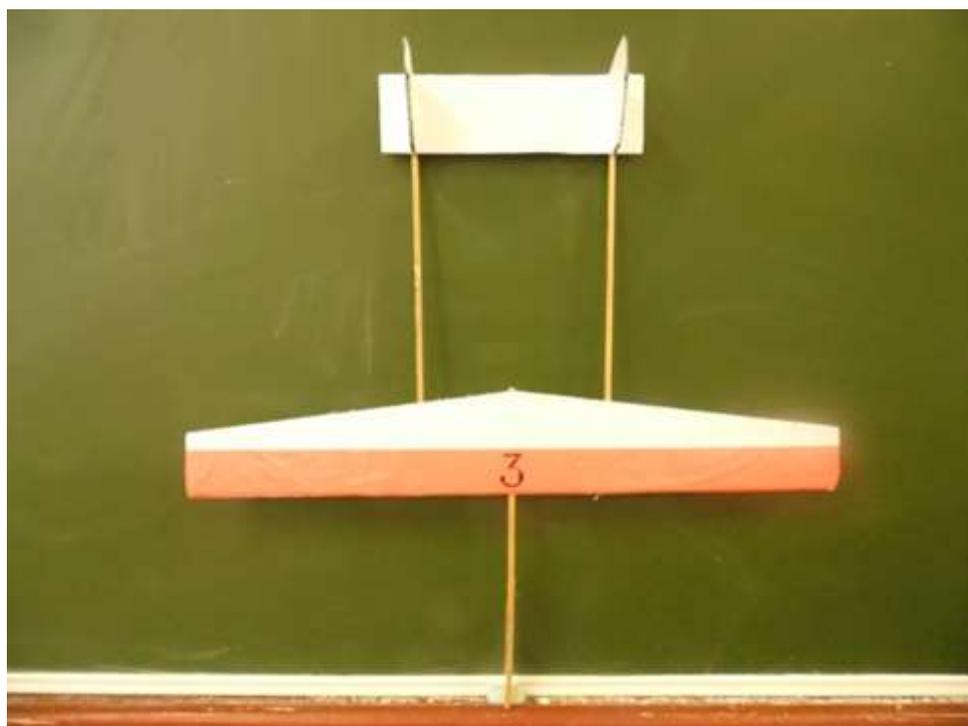
## Среднеплан



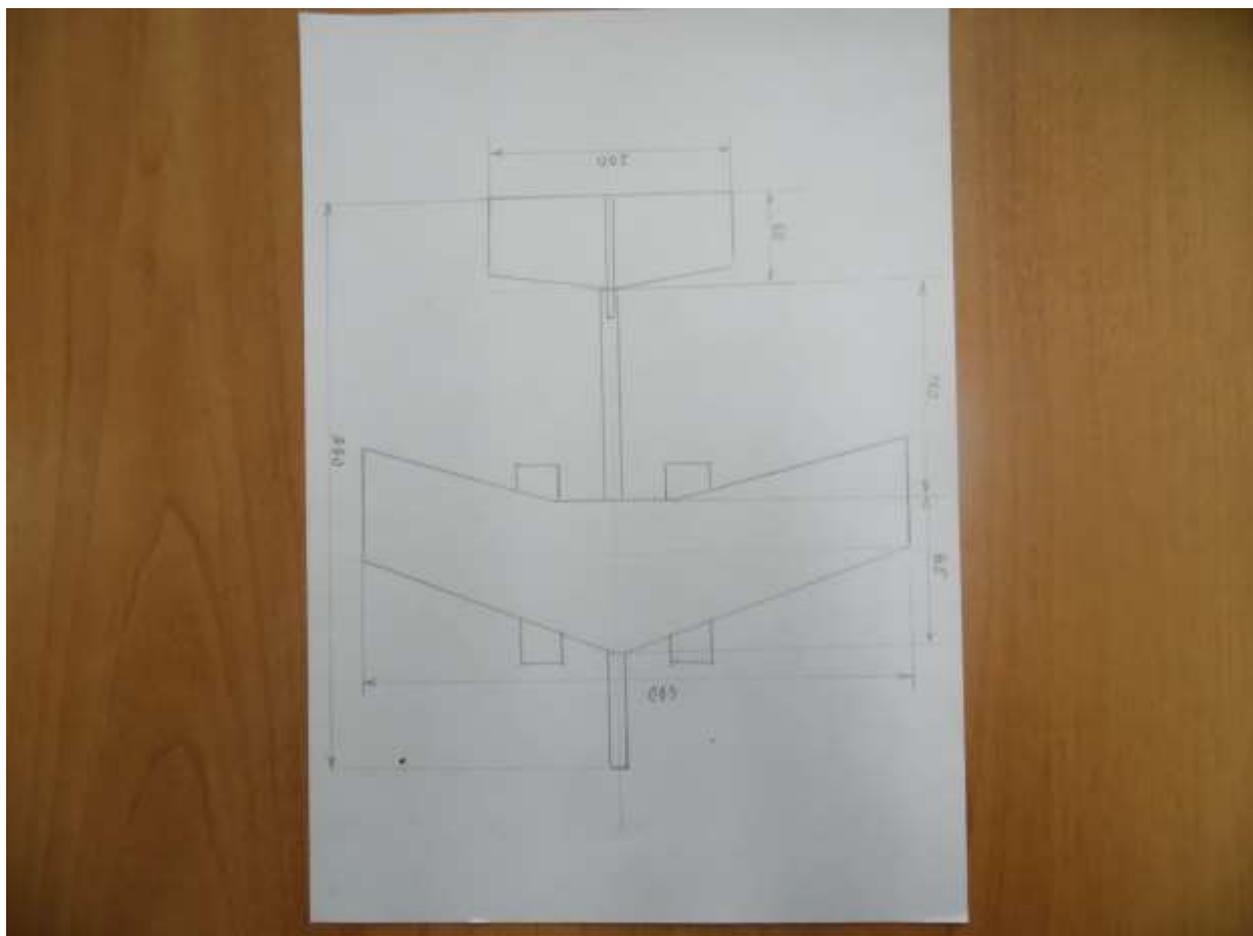
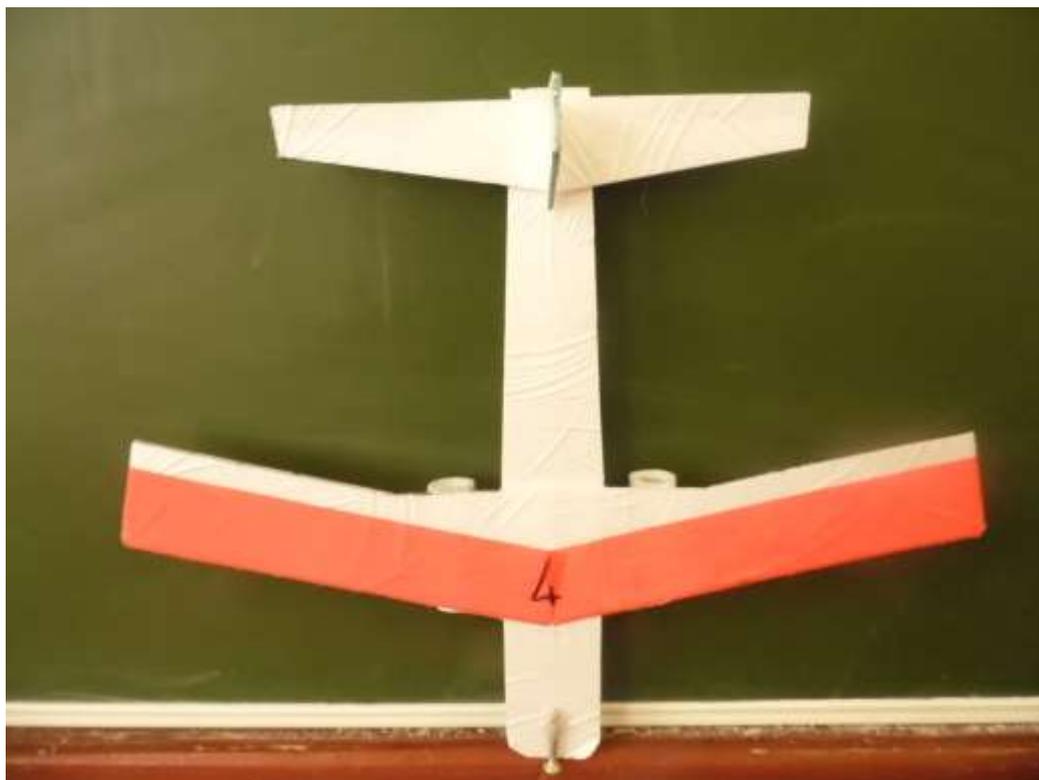
## Фарман



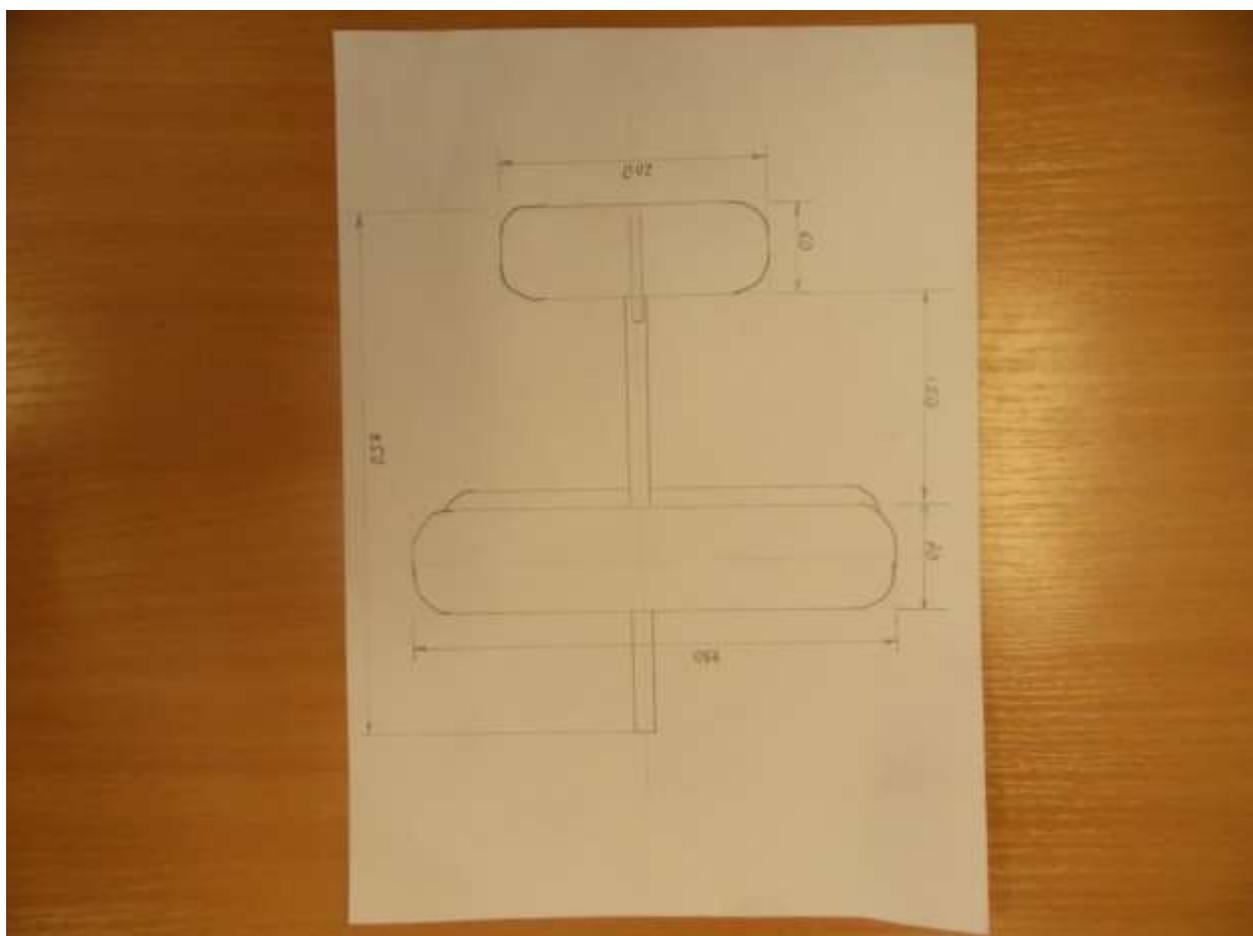
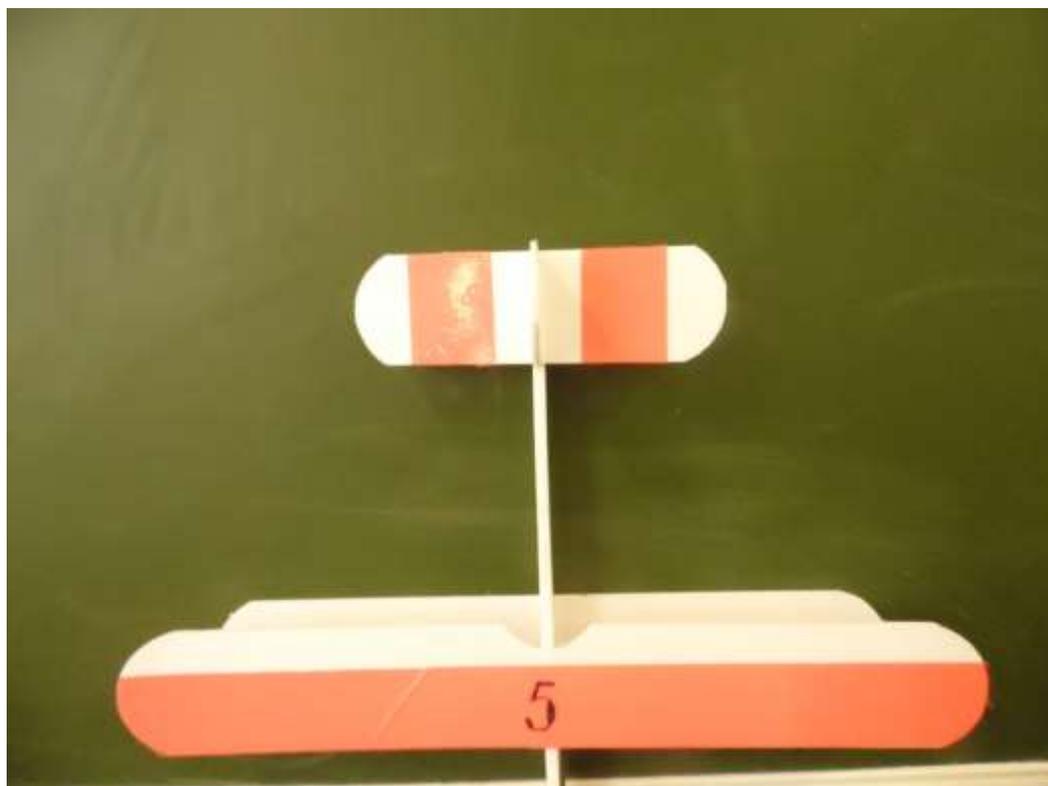
## Рама



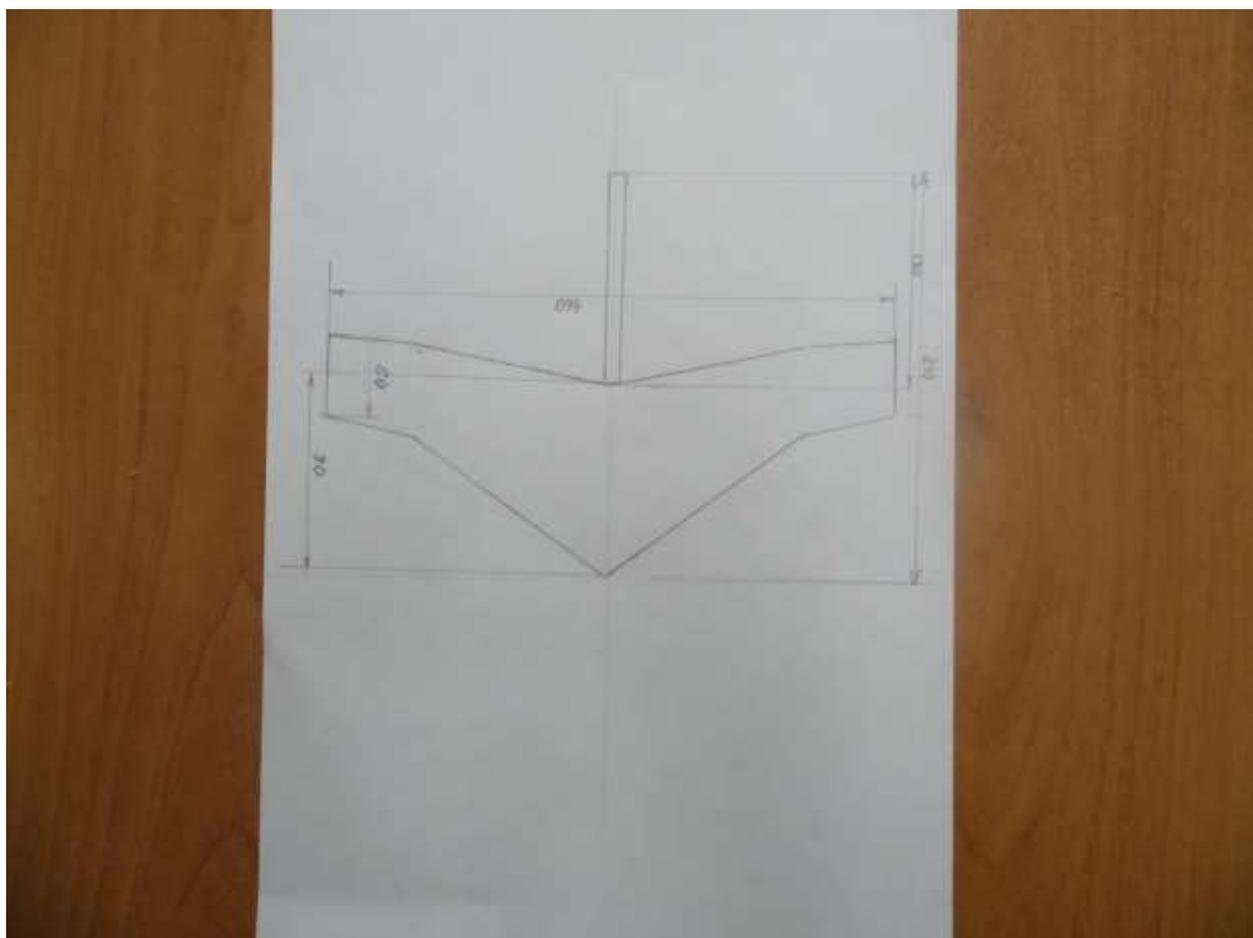
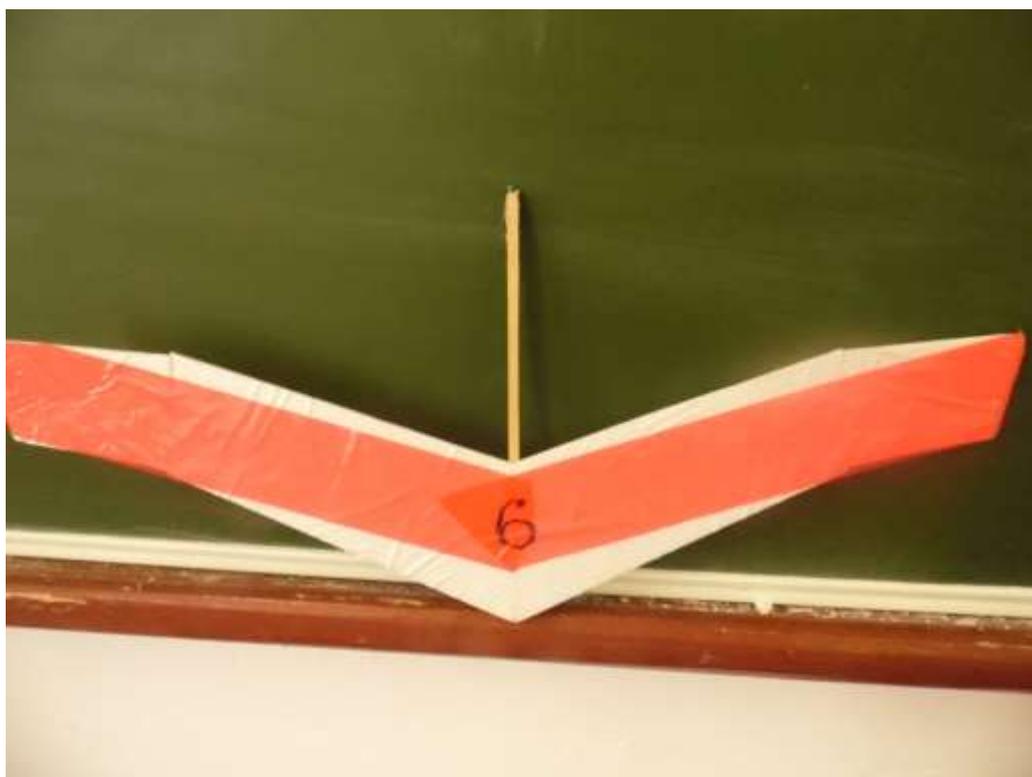
## Стреловидное крыло



## Биплан



## Утка



## Летающее крыло

