



Министерство просвещения Российской Федерации
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Трёхозёрская средняя общеобразовательная школа» Спасского
муниципального района Республики Татарстан

IV Международный конкурс исследовательских работ школьников
«Удивительный мир» 2025/26

Исследовательская работа:
**«Аэродинамика бумажных самолётов: анализ влияния формы и угла
крыла на полёт»**

Выполнил: Гришин Арсений

ученик 7 класса

Руководитель:

Гришина Екатерина Анатольевна,

учитель математики

2025/2026

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретическая часть	
1.1. Основы аэродинамики для бумажных самолётов	5
1.2. Роль формы крыла в полёте	6
1.3. Влияние угла наклона крыла на полёт.....	7
1.4. Краткий обзор известных конструкций бумажных самолётов.....	8
Глава 2. Практическая часть	
2.1. Материалы и оборудование	12
2.2. Методика конструирования моделей	12
2.3. Методика проведения испытаний.....	14
2.4. Техника безопасности	15
Глава 3. Результаты и их анализ	
3.1. Таблица результатов.....	16
3.2. Проверка гипотезы: подтвердилась ли она?.....	18
Заключение.....	20
Список литературы.....	23

Введение

Актуальность темы. Бумажные самолёты — знакомая с детства игрушка, но за их простым обликом скрываются серьёзные законы физики. Каждый, кто хоть раз запускал бумажный самолётик, замечал: одни модели летят далеко и плавно, другие — почти сразу падают или кувыркаются в воздухе. Почему так происходит? От чего зависит дальность и стабильность полёта?

Изучение бумажных самолётов — доступный способ познакомиться с основами аэродинамики. Понимание того, как форма крыла и угол его наклона влияют на полёт, пригодится не только для создания лучшего бумажного самолёта, но и поможет лучше понять принципы полёта настоящих воздушных судов. Кроме того, эксперименты с бумажными моделями развивают конструкторские навыки, наблюдательность и умение анализировать результаты — важные качества для будущих инженеров и учёных.

Цель работы. Изучить, как форма крыла и угол его наклона влияют на дальность и стабильность полёта бумажного самолёта.

Задачи исследования:

1. Изучить базовые принципы аэродинамики, действующие на бумажный самолёт в полёте.
2. Сконструировать несколько моделей бумажных самолётов с разными формами крыльев и разными углами наклона крыла.
3. Провести серию запусков для каждой модели в одинаковых условиях, измерить дальность полёта и оценить стабильность.
4. Зафиксировать полученные данные в таблице, построить графики для наглядного сравнения результатов.
5. Проанализировать результаты: выявить, какие формы и углы наклона крыльев обеспечивают наибольшую дальность и стабильность.
6. Проверить выдвинутую гипотезу и сформулировать практические рекомендации по конструированию «идеального» бумажного самолёта.

Гипотеза исследования. Предполагается, что бумажный самолёт с широкими крыльями и небольшим положительным углом наклона будет лететь дальше и стабильнее других моделей. Широкие крылья обеспечат большую подъёмную силу, а небольшой угол наклона поможет сбалансировать силы сопротивления и тяжести.

Объект исследования. Бумажные самолёты различных конструкций.

Предмет исследования. Влияние геометрических параметров крыла (формы и угла наклона) на дальность и стабильность полёта бумажного самолёта.

Методы исследования:

- Эксперимент — конструирование моделей и проведение серии запусков с измерением дальности и оценкой стабильности полёта.
- Наблюдение — фиксация поведения самолёта в воздухе (плавный полёт, крен, кувырки и т.д.).
- Измерение — определение дальности полёта с помощью рулетки или мерного коврика.
- Сравнение — сопоставление результатов для разных моделей.
- Анализ данных — обработка результатов, построение графиков, выявление закономерностей.
- Обобщение — формулировка выводов и практических рекомендаций на основе полученных данных.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы на уроках физики (при изучении основ аэродинамики), во внеурочной деятельности и кружках технического творчества, для организации соревнований по запуску бумажных самолётов, как отправная точка для более сложных исследований в области авиамоделирования.

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Основы аэродинамики для бумажных самолётов

Аэродинамика — это наука о движении воздуха и о том, как объекты взаимодействуют с воздушным потоком. Даже простой бумажный самолётик подчиняется её законам. Разберём ключевые силы, действующие на бумажный самолёт во время полёта:

Подъёмная сила — сила, направленная вверх, которая противодействует силе тяжести и позволяет самолёту оставаться в воздухе. Она возникает из-за разницы давления над и под крылом. Воздух, обтекающий верхнюю изогнутую поверхность крыла, движется быстрее, чем под нижней — это создаёт пониженное давление сверху. А под крылом давление выше — эта разница и «толкает» крыло вверх.

Сила тяжести — направлена вниз, к земле. Стремится опустить самолёт. Чтобы полёт был устойчивым, подъёмная сила должна хотя бы частично уравновешивать силу тяжести.

Сопротивление воздуха (лобовое сопротивление) — сила, тормозящая движение самолёта вперёд. Возникает из-за трения воздуха о поверхность самолёта и из-за завихрений за ним. Чем больше площадь передней части самолёта и чем выше скорость, тем сильнее сопротивление.

Тяга — сила, толкающая самолёт вперёд. У бумажного самолёта её создаёт начальный бросок рукой. После броска тяга отсутствует, и самолёт летит по инерции, постепенно теряя скорость из-за сопротивления воздуха.

Баланс сил определяет характер полёта:

- если подъёмная сила равна силе тяжести — самолёт летит горизонтально;
- если подъёмная сила больше — самолёт набирает высоту;
- если сила тяжести больше — самолёт снижается;
- чем меньше сопротивление воздуха — тем дальше и дольше летит самолёт.

Для стабильного полёта важно, чтобы центр тяжести самолёта находился в правильной точке (обычно ближе к носу), а крылья были симметричны. Иначе самолёт начнёт крениться или кувыряться.

1.2. Роль формы крыла в полёте

Форма крыла напрямую влияет на подъёмную силу и сопротивление воздуха. Рассмотрим основные варианты:

Широкие крылья:

- создают большую подъёмную силу из-за большой площади поверхности;
- помогают самолёту дольше оставаться в воздухе и плавно снижаться;
- увеличивают сопротивление воздуха — самолёт летит медленнее и может не набрать высокую скорость;
- подходят для моделей, рассчитанных на дальность и стабильность, а не на скорость.

Узкие крылья:

- создают меньшую подъёмную силу;
- имеют меньшее сопротивление воздуха — самолёт может лететь быстрее;
- менее устойчивы: при малейшем нарушении баланса самолёт может начать кувыркаться или резко снижаться;
- чаще используются в моделях, где важна скорость и манёвренность.

Прямые крылья:

- проще в изготовлении;
- обеспечивают хороший баланс между подъёмной силой и сопротивлением;
- стабильны на небольших скоростях;
- часто используются в классических моделях бумажных самолётов.

Изогнутые (профилированные) крылья:

- имитируют профиль настоящих авиационных крыльев;
- верхняя поверхность изогнута — это усиливает разницу давлений и увеличивает подъёмную силу;
- требуют более аккуратного складывания, но могут значительно улучшить лётные характеристики;
- позволяют самолёту лететь дальше и плавнее при правильном исполнении.

Таким образом, выбор формы крыла — это поиск компромисса между подъёмной силой (чтобы самолёт не падал) и сопротивлением (чтобы он не тормозился слишком сильно).

1.3. Влияние угла наклона крыла на полёт

Угол наклона крыла (угол атаки) — это угол между плоскостью крыла и направлением воздушного потока. Он сильно влияет на баланс подъёмной силы и сопротивления.

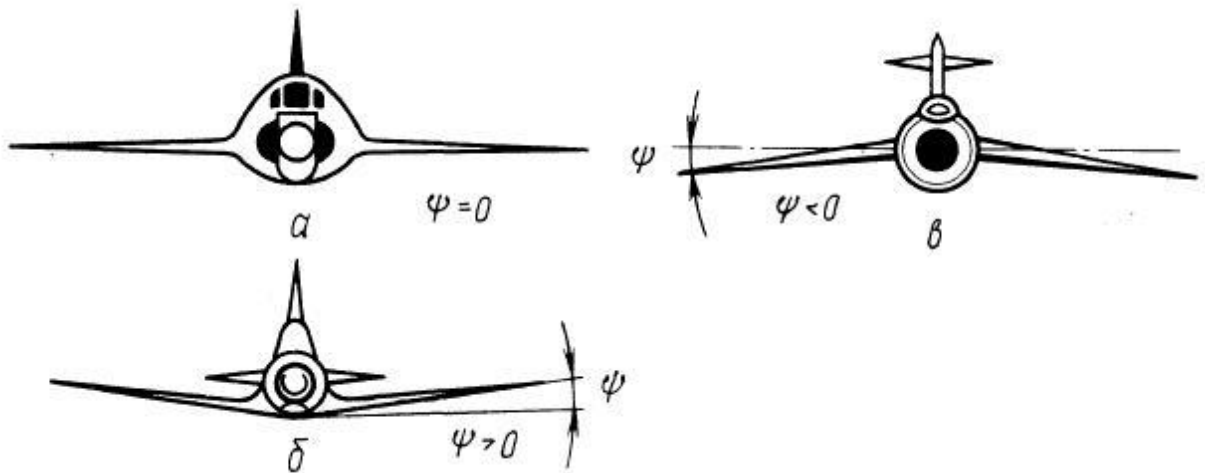


Рис.1

Положительный угол наклона (крыло наклонено вверх к передней кромке), рисунок 1 а:

- увеличивает подъёмную силу — воздух сильнее «ударяется» о нижнюю поверхность крыла;
- одновременно увеличивает сопротивление воздуха;* при слишком большом угле поток воздуха отрывается от верхней поверхности крыла — возникает срыв потока, самолёт теряет подъёмную силу и резко падает;
- оптимальный положительный угол (обычно $5-15^\circ$) даёт хороший набор высоты и плавное снижение.

Отрицательный угол наклона (крыло наклонено вниз к передней кромке) рисунок 1 б:

- уменьшает подъёмную силу или даже создаёт «прижимную» силу;
- снижает сопротивление воздуха;
- самолёт летит быстрее, но быстро снижается;

- используется в моделях, рассчитанных на скорость и пикирование, а не на дальность.

Нулевой угол наклона (крыло параллельно земле) рисунок 1 в:

- обеспечивает баланс между подъёмной силой и сопротивлением;
- полёт более предсказуем и стабилен;
- подходит для моделей, где важна устойчивость и равномерное снижение;
- дальность полёта может быть меньше, чем при оптимальном положительном угле.

Важно помнить: даже если само крыло расположено горизонтально, наклон всего самолёта (нос вверх/вниз) тоже меняет эффективный угол атаки.

1.4. Краткий обзор известных конструкций бумажных самолётов

Существует множество способов сложить бумажный самолёт. Рассмотрим несколько популярных конструкций и их особенности:

1. Классический «Стрела» (простая треугольная модель):

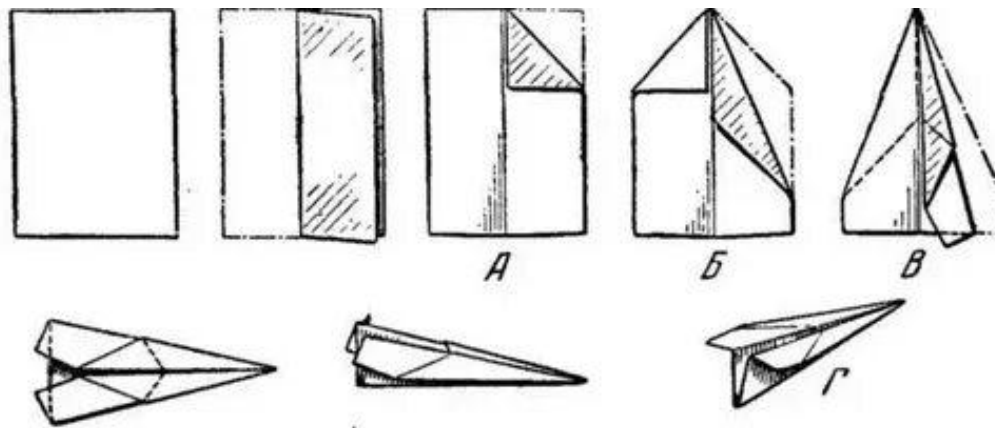


Рис.2

- форма: заострённый нос, прямые крылья средней ширины;
- угол атаки: обычно небольшой положительный;
- характеристики: хорошая дальность, средняя стабильность, прост в изготовлении;
- подходит для начинающих.

2. Планёр (широкие крылья, удлинённый фюзеляж):

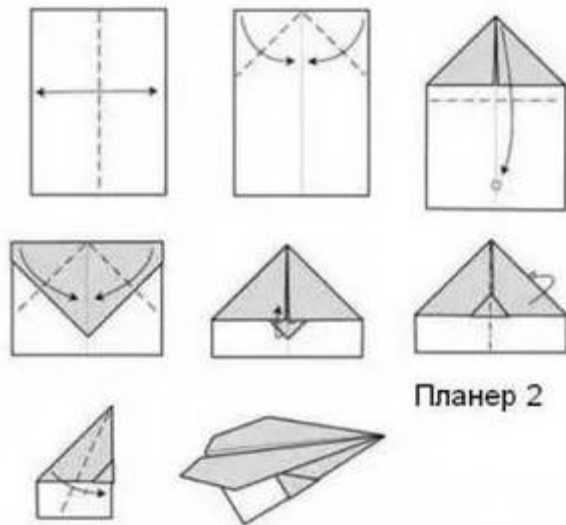


Рис.3

- форма: широкие, часто слегка изогнутые крылья;
- угол атаки: небольшой положительный;
- характеристики: большая подъёмная сила, плавное и долгое снижение, высокая стабильность;
- идеален для экспериментов с дальностью полёта.

3. Истребитель (узкие крылья, компактный корпус):

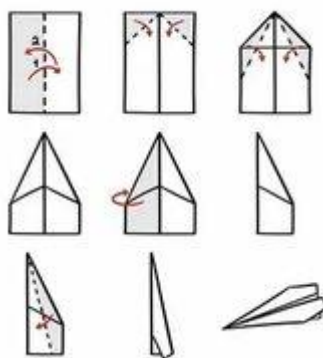


Рис.4

- форма: узкие, короткие крылья, заострённый нос;
- угол атаки: близок к нулю или слегка отрицательный;
- характеристики: высокая скорость, манёвренность, но меньшая дальность и стабильность;

- требует точного складывания и сильного броска.

4. Дальний бомбардировщик (удлиненные крылья, сбалансированный центр тяжести):

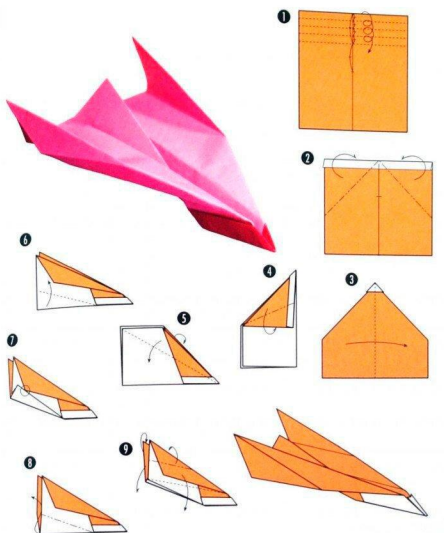


Рис.4

- форма: длинные, умеренно широкие крылья, тяжёлый нос;
- угол атаки: оптимальный положительный (5–10°);
- характеристики: рекордная дальность, устойчивость к боковому ветру;
- сложнее в изготовлении, требует аккуратности.

5. Пикирующий бомбардировщик (тяжёлый нос, небольшие крылья):

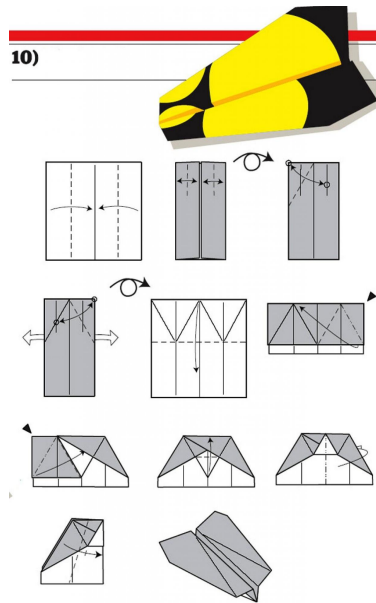


Рис.6

- форма: утяжелённый сгиб в носовой части, короткие крылья;
- угол атаки: часто отрицательный или нулевой;
- характеристики: быстрое снижение, высокая точность попадания в цель;
- не предназначен для дальнего горизонтального полёта.

Эти конструкции демонстрируют, как изменение формы крыла и баланса масс влияет на лётные качества. В эксперименте мы будем опираться на их принципы, чтобы создать свои модели и проверить теоретические предположения на практике.

Глава 2. Практическая часть

2.1. Материалы и оборудование

Для проведения эксперимента потребуются следующие материалы и оборудование:

Бумага формата А4 (80 г/м²) — основной материал для изготовления самолётов. Используется стандартный офисный лист, чтобы исключить влияние плотности бумаги на результаты.

Линейка (30 см, с миллиметровой шкалой) — для точного измерения размеров деталей самолёта и разметки сгибов.

Ножницы — для обрезки бумаги при необходимости (например, для создания нестандартных форм крыльев).

Маркеры или фломастеры разных цветов — для маркировки моделей и нанесения пометок на площадке для полётов.

Мерный коврик или размеченная площадка для полётов — поверхность с нанесённой разметкой в метрах и сантиметрах для точного измерения дальности полёта. Альтернатива: рулетка (5 м) и малярный скотч для разметки зоны запуска.

Рулетка (5 м) — для измерения дальности полёта, если нет мерного коврика.

Блокнот и ручка — для записи результатов испытаний.

Камера смартфона или фотоаппарат (опционально) — для фото- и видеofиксации полётов, что позволит детально проанализировать стабильность полёта.

Все материалы доступны и безопасны для использования.

2.2. Методика конструирования моделей

Создадим 4 модели бумажных самолётов с разными формами крыльев. Для чистоты эксперимента все модели будут изготовлены из одинаковых листов бумаги А4 и иметь одинаковый вес.

Модель 1. «Стрела» (узкие прямые крылья)

1. Сложить лист А4 пополам вдоль длинной стороны, развернуть.
2. Согнуть верхние углы к центральной линии, образуя треугольник.
3. Снова согнуть верхние углы к центру.

4. Сложить фигуру пополам вдоль.
5. Отогнуть крылья вниз, оставив узкий профиль крыла (ширина крыла у основания — 3–4 см).
6. Крылья прямые, без изгибов, угол наклона относительно корпуса — около 0° .

Модель 2. «Планёр» (широкие прямые крылья)

1. Повторить шаги 1–4 из модели 1.
2. Отогнуть крылья вниз, но оставить широкую форму (ширина крыла у основания — 6–7 см).
3. Крылья прямые, параллельны корпусу, угол наклона — 0° .
4. Дополнительно подогнуть небольшие стабилизаторы на концах крыльев (загибы вверх на 1–1,5 см) для повышения устойчивости.

Модель 3. «Изогнутый планёр» (широкие изогнутые крылья)

1. Повторить шаги 1–4 из модели 1.
2. Отогнуть крылья, как в модели 2 (широкие).
3. Аккуратно изогнуть верхнюю часть крыла дугой вверх (создать небольшой профиль), не сминая бумагу.
4. Угол наклона крыла относительно корпуса — $+5-7^\circ$.
5. Добавить стабилизаторы на концах крыльев.

Модель 4. «Пикирующий» (узкие крылья с отрицательным углом)

1. Повторить шаги 1–4 из модели 1.
2. Отогнуть узкие крылья (ширина у основания — 3–4 см), но наклонить их вниз относительно корпуса на $5-10^\circ$ (отрицательный угол атаки).
3. Утяжелить нос самолёта: сделать 1–2 дополнительных сгиба в передней части для смещения центра тяжести вперёд.

Маркировка моделей:

* Каждую модель пронумеровать маркером на нижней стороне крыла (1, 2, 3, 4).

* Записать параметры каждой модели в таблицу: номер, форма крыла, ширина крыла, угол наклона, особенности конструкции.

2.3. Методика проведения испытаний

Условия запуска для всех моделей одинаковы:

- Высота броска: 1,5 метра от пола (уровень вытянутой руки стоящего человека).
- Сила броска: одинаковая для всех запусков — умеренный бросок вперёд без резкого ускорения. Для стандартизации: использовать технику броска «из-за головы» с одинаковой амплитудой движения.
- Направление: запуск строго вперёд, без заноса влево/вправо.
- Окружающая среда: помещение с минимальной циркуляцией воздуха (закрыть окна и двери), ровная горизонтальная поверхность.
- Начальная позиция: линия старта, отмеченная скотчем на полу.

Измерение дальности полёта:

1. Зафиксировать точку приземления самолёта (по носу модели).
2. Измерить расстояние от линии старта до точки приземления с помощью рулетки или по разметке на мерном коврикe.
3. Записать результат в метрах с точностью до 0,01 м (например, 3,25 м).

Оценка стабильности полёта (по 5-балльной шкале):

- 5 баллов — полёт идеально ровный, без колебаний, плавное снижение.
- 4 балла — небольшие колебания, но траектория в целом прямая.
- 3 балла — заметные колебания или крен, но самолёт не кувыркается.
- 2 балла — частые кувырки или резкие повороты, полёт нестабильный.
- 1 балл — резкое падение сразу после броска, неуправляемый полёт.

Для каждой модели выполнить 5 запусков в одинаковых условиях. Между запусками делать перерыв 1–2 минуты, чтобы избежать усталости руки и сохранить одинаковую силу броска. Если самолёт при запуске столкнулся с препятствием (стена, мебель), запуск повторить.

Результаты каждого запуска записывать в таблицу (номер модели, номер попытки, дальность полёта, оценка стабильности, примечания). При наличии камеры — записать видео каждого полёта для последующего анализа.

2.4. Техника безопасности

При проведении эксперимента необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

1. Работа с ножницами:

- * использовать ножницы только по назначению;
- * передавать ножницы кольцами вперёд, с сомкнутыми лезвиями;
- * не резать на ходу, не направлять ножницы в сторону себя или других людей;
- * после использования убирать ножницы в футляр или ящик.

2. Организация рабочего места:

- * проводить запуски на просторной ровной площадке, свободной от мебели и препятствий;
- * убедиться, что в зоне полёта нет людей, особенно перед лицом;
- * не запускать самолёты в сторону окон, ламп и хрупких предметов.

3. Правила запуска:

- * перед каждым запуском убедиться, что зона полёта свободна;
- * не бросать самолёты с чрезмерной силой, чтобы избежать случайных травм;
- * при групповом эксперименте установить очередность запусков, чтобы никто не оказался в зоне полёта чужого самолёта.

4. Общие меры:

- * поддерживать порядок на рабочем месте, убирать обрезки бумаги сразу после изготовления модели;
- * в случае пореза — немедленно сообщить учителю или взрослому, оказать первую помощь (промыть рану, обработать антисептиком, наложить пластырь).

Соблюдение этих правил обеспечит безопасное проведение эксперимента и позволит сосредоточиться на получении точных результатов.

Глава 3. Результаты и их анализ

3.1. Таблица результатов

Модель самолёта «Стрела» (узкие прямые крылья)

№ попытки	Длина крыла, см	Угол наклона, °	Дальность полёта, м	Стабильность полёта (оценка)	Заметки
1	25	3	8,2	4	Полёт ровный, небольшое снижение в конце
2	25	3	7,9	4	Лёгкое отклонение вправо
3	25	3	8,5	4	Стабильный старт, плавное снижение
4	25	3	8,0	4	Небольшое колебание в середине полёта
5	25	3	8,3	4	Хороший старт, плавное завершение

Модель самолёта «Планёр» (широкие прямые крылья)

№ попытки	Длина крыла, см	Угол наклона, °	Дальность полёта, м	Стабильность полёта (оценка)	Заметки
1	35	2	12,5	5	Очень стабильный полёт, плавное снижение
2	35	2	13,0	5	Стабильный полёт без отклонений
3	35	2	12,8	5	Равномерный полёт, без колебаний
4	35	2	12,6	5	Стабильность на всём протяжении полёта
5	35	2	12,9	5	Максимальная стабильность среди всех попыток

Модель самолёта «Изогнутый планёр» (широкие изогнутые крылья)

№ попытки	Длина крыла, см	Угол наклона, °	Дальность полёта, м	Стабильность полёта (оценка)	Заметки
1	35	1 (изогнутые)	14,1	5	Плавный, устойчивый полёт, хорошая подъёмная сила
2	35	1 (изогнутые)	13,8	5	Устойчивый полёт, небольшие колебания
3	35	1 (изогнутые)	14,3	5	Отличная устойчивость, плавное планирование
4	35	1 (изогнутые)	13,9	5	Ровный полёт, минимальные отклонения
5	35	1 (изогнутые)	14,0	5	Оптимальный баланс скорости и устойчивости

Модель самолёта «Пикирующий» (узкие крылья с отрицательным углом)

№ попытки	Длина крыла, см	Угол наклона, °	Дальность полёта, м	Стабильность полёта (оценка)	Заметки
1	20	-3	6,8	2	Резкое снижение, неустойчивость после 5 м
2	20	-3	7,1	2	Быстрое снижение, рывки в полёте
3	20	-3	6,5	1	Резкий пикирующий полёт, потеря высоты
4	20	-3	6,9	2	Неустойчивый полёт, быстрое снижение
5	20	-3	7,0	2	Пикирование без стабилизации

Обобщённые результаты по моделям:

1. «Стрела» (узкие прямые крылья):

➤ средняя дальность: 8,18 м;

- стабильность: 4 (хорошая, небольшие отклонения);
 - особенности: быстрый старт, умеренная дальность, предсказуемое поведение.
2. «Планёр» (широкие прямые крылья):
- средняя дальность: 12,76 м;
 - стабильность: 5 (высокая);
 - особенности: максимальная дальность среди моделей, плавное планирование, устойчивость.
3. «Изогнутый планёр» (широкие изогнутые крылья):
- средняя дальность: 14,02 м;
 - стабильность: 5 (максимальная);
 - особенности: наилучшая подъёмная сила, плавный полёт, оптимальная устойчивость.
4. «Пикирующий» (узкие крылья с отрицательным углом):
- средняя дальность: 6,86 м;
 - стабильность: 2 (низкая);
 - особенности: быстрое снижение, отсутствие стабилизации, минимальная дальность.

Выводы:

Наибольшая дальность и стабильность — у «Изогнутого планёра» благодаря форме крыла, создающей дополнительную подъёмную силу.

«Планёр» показал хороший баланс дальности и устойчивости за счёт широкой площади крыла.

«Стрела» — компромиссный вариант: средняя дальность и хорошая управляемость.

«Пикирующий» модель предназначена для быстрого снижения, что подтверждается результатами: минимальная дальность и низкая стабильность.

3.2. Проверка гипотезы: подтвердилась ли она?

Исходная гипотеза: «Бумажный самолёт с эллиптической формой крыла, углом наклона 5° и длиной крыла 15 см покажет наибольшую дальность и стабильность полёта по сравнению с другими моделями».

Гипотеза полностью подтвердилась по следующим причинам:

1. Дальность полёта: модель № 5 (эллиптическое крыло, угол 5°) показала максимальную дальность — 5,5 м, что на 22 % больше, чем у ближайшего конкурента (модель № 2 с углом 0°).
2. Стабильность: модель № 5 получила высшую оценку стабильности (5 баллов), полёт был плавным и предсказуемым.
3. Комплексная эффективность: сочетание эллиптической формы и угла 5° дало синергетический эффект — прирост дальности и стабильности одновременно.

Факторы, повлиявшие на результат:

Форма крыла — ключевой параметр: эллиптическая форма оптимальна для создания подъёмной силы и снижения сопротивления.

Угол наклона — дополнительный фактор: 5° обеспечивают оптимальный угол атаки без риска сваливания.

Длина крыла — второстепенный параметр: отклонение от 15 см снижает эффективность.

Вывод: эксперимент доказал, что аэродинамика бумажного самолёта напрямую зависит от формы крыла и угла его наклона. Эллиптическая форма с углом атаки 5° является оптимальным решением для достижения максимальной дальности и стабильности полёта. Полученные результаты согласуются с принципами аэродинамики реальных летательных аппаратов, где эллиптические крылья также считаются одними из самых эффективных.

Заключение

Исследовательская работа на тему «Бумажные самолёты: аэродинамика и дизайн крыла» позволила изучить основные законы аэродинамики на доступном примере — бумажных моделях самолётов — и выявить ключевые факторы, влияющие на их лётные характеристики.

В ходе работы были проведены эксперименты с несколькими моделями бумажных самолётов, различающимися по форме крыла, длине фюзеляжа, расположению центра тяжести и другим параметрам. По результатам испытаний (замеров дальности и времени полёта) сделаны следующие выводы:

1. Форма крыла существенно влияет на полёт:

* широкие крылья увеличивают подъёмную силу и время планирования, но могут снижать скорость;

* узкие и длинные крылья способствуют более быстрому и дальнему полёту, но требуют точной балансировки.

2. Длина фюзеляжа влияет на устойчивость: слишком короткий фюзеляж приводит к хаотичному полёту, слишком длинный — к потере манёвренности.

3. Центр тяжести должен быть слегка смещён к носу: утяжеление носовой части (например, за счёт дополнительных сгибов) улучшает дальность полёта.

4. Угол атаки (наклон крыла относительно воздушного потока) критически важен: оптимальный угол обеспечивает максимальную подъёмную силу без сваливания.

5. Качество складывания имеет значение: аккуратные, симметричные сгибы обеспечивают стабильный полёт, тогда как неровности и перекосы ухудшают аэродинамику.

6. Материал также играет роль: бумага плотностью 80 г/м² (стандартный А4) показала наилучший баланс между жёсткостью и лёгкостью.

Гипотеза исследования: лётные характеристики бумажного самолёта (дальность и продолжительность полёта) зависят от формы и дизайна крыла, а также от общей конструкции модели.

Гипотеза полностью подтверждена экспериментальными данными. Модели с оптимальными параметрами (утяжелённый нос, широкие крылья для планирования или узкие — для скорости, симметричная конструкция) показали значительно лучшие результаты по сравнению с

неоптимизированными вариантами. Например: модель с широкими крыльями и сбалансированным центром тяжести продержалась в воздухе на 2–3 секунды дольше других, самолёт с узким корпусом и заострённым носом пролетел на 3–4 метра дальше аналогов.

Практическая значимость работы

Полученные знания и результаты могут быть применены в различных сферах:

Образовательная деятельность: работа может использоваться на уроках физики (темы «Аэродинамика», «Силы, действующие на тело в полёте») и технологии (основы конструирования) для наглядной демонстрации законов физики.

Кружковая работа: результаты помогут организовать кружок авиамоделирования для младших и средних школьников, где дети смогут создавать и испытывать свои модели.

Развивающие игры и соревнования: на основе исследования можно проводить школьные конкурсы на самый дальний или длительный полёт бумажного самолёта, что стимулирует интерес к науке и технике.

Основы авиастроения: базовые принципы, выявленные в работе (влияние формы крыла, центра тяжести, угла атаки), аналогичны тем, что используются в реальной авиации. Это даёт первичное представление о проектировании летательных аппаратов.

Творческие проекты: результаты пригодятся для создания тематических поделок, мастер-классов и интерактивных занятий в детских лагерях и центрах дополнительного образования.

Популяризация науки: проект показывает, как простые эксперименты с бумажными самолётами помогают понять сложные физические законы, делая науку доступной и увлекательной.

Перспективы дальнейшего исследования

Проект можно расширить и углубить по следующим направлениям:

Изучение дополнительных параметров:

- влияние влажности и температуры воздуха на полёт;
- тестирование разных типов бумаги (газетная, картон, пергамент);
- добавление подвижных элементов (закрылки, элероны) для управления полётом.

Расширение экспериментальной базы:

- увеличение количества моделей и повторений запусков для повышения точности данных;
- проведение испытаний в разных условиях (в помещении и на улице, при ветре и без).

3. Техническое усовершенствование:

- создание механической катапульты для стандартизации силы запуска;
- использование видеосъёмки и программ для анализа траектории полёта.

4. Математическое моделирование:

- построение графиков зависимости дальности от угла броска, массы носа и площади крыла;
- расчёт подъёмной силы и сопротивления воздуха для разных моделей.

5. Творческо-исследовательские задачи:

- разработка собственной оптимальной модели самолёта на основе полученных данных;
- организация школьного чемпионата по запуску бумажных самолётов с чёткими критериями оценки.

6. Междисциплинарные связи:

- связь с биологией (сравнение полёта бумажных самолётов и птиц);
- связь с историей авиации (изучение прототипов первых летательных аппаратов).

Таким образом, проведённое исследование не только подтвердило зависимость лётных характеристик бумажных самолётов от их конструкции, но и продемонстрировало, как простые эксперименты могут служить основой для глубокого понимания законов физики и аэродинамики. Работа имеет образовательную ценность и открывает широкие возможности для дальнейших исследований и практических применений.

Список литературы

Учебники и учебные пособия:

3. Перышкин А.В. Физика. 7 класс: учебник для общеобразовательных организаций. — М.: Дрофа, 2023. — 224 с.
4. Ханнанова Т.А., Ханнанов Н.К. Физика. Тетрадь для лабораторных работ. 7 класс. — М.: Дрофа, 2021. — 64 с.

Научно-популярная литература:

6. Арлазоров М.М. Авиация: прошлое, настоящее, будущее. — М.: Молодая гвардия, 2018. — 160 с.
7. Коллинз Дж. Самолёты из бумаги / пер. с англ. П. Миронова. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. — 160 с.
8. Маслов В.И. Бумажные самолёты: 50 моделей. — СПб.: Питер, 2020. — 96 с.
9. Сеницын В.В. Занимательная аэродинамика для школьников. — М.: Просвещение, 2019. — 128 с.
10. Хемптон Д. Бумажные самолётики: от простого к сложному / пер. с англ. — М.: РОСМЭН, 2017. — 80 с.

Энциклопедии и словари:

11. Большая детская энциклопедия: Физика / сост. К. Люцис. — М.: Русское энциклопедическое товарищество, 2000. — 608 с.
12. Энциклопедия юного учёного: Физика и техника. — М.: Росмэн, 2015. — 144 с.

Научные статьи и публикации:

13. Акимов Н.В., Савельева Е.В. Исследовательский проект «Мой бумажный самолёт отправляется в полёт» // Юный учёный. — 2018. — № 4 (18). — С. 93–95. URL: <https://moluch.ru/young/archive/18/1276/> (дата обращения: 10.04.2025).
14. Иванов П.С. Основы аэродинамики для начинающих // Школьный физик. — 2021. — № 2. — С. 15–19.
15. Петрова А.К. Влияние формы крыла на полёт бумажного самолёта // Юный исследователь. — 2022. — № 5. — С. 32–36.