

**Центр непрерывного повышения профессионального мастерства
педагогических работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО «Вологодский
институт развития образования»**

**Рабочая программа курса внеурочной деятельности
«Физика беспилотных авиационных систем»
для учащихся 7-9 классов**

Автор:

Куркина П.В., методист сектора естественнонаучного
и технологического образования ЦНППМ в г. Череповце
АОУ ВО ДПО «ВИРО»

2024 г.

Программа курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем»

Пояснительная записка

В настоящее время беспилотные авиационные системы все больше находят применение в нашей жизни. Наиболее активно беспилотные летательные аппараты используются для доставки грузов в труднодоступные населенные пункты, для нужд сельского, лесного хозяйства и промышленности, для контроля безопасности местности и мониторинга районов природных и промышленных катастроф, при организации поисковых мероприятий, а также в военных целях. Связано это с развитием информационных систем и использованием этих систем в экономике для быстрого выполнения текущих задач.

Программа курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем» позволяет обучающимся на углубленном уровне изучить физические процессы, связанные с пилотированием летательных аппаратов, дает возможность усилить техническую направленность физики, познакомить школьников с современными интеллектуальными транспортными системами, их применением в быту и промышленности, а также перспективами развития данной отрасли. Программа направлена на формирование знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, способствует развитию инженерно-конструкторского мышления, предоставляет возможность получить практические навыки и знания, выходящие за рамки школьной программы.

Программа курса внеурочной деятельности по физике «Физика беспилотных авиационных систем» в 7-9 классах рассчитана на 51 час. Занятия проводятся 1 раз в две недели, продолжительностью 1 час.

Цель курса внеурочной деятельности: развитие интеллектуальных способностей и познавательного интереса через изучение беспилотных авиационных систем.

Изучение содержания программы курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем» направлено на достижение обучающимися личностных, метапредметных и предметных результатов.

Содержание курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем».

7 класс

История возникновения беспилотных авиационных систем. Обсуждаются виды интеллектуальных транспортных систем, их применение в повседневной жизни. Когда и как появились первые беспилотные летательные аппараты.

Изучение техники безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами. Техника безопасности при работе с школьным квадрокоптером.

Изучение механического движения летательного аппарата. Средняя скорость движения. Знакомство с физическими возможностями школьного квадрокоптера.

Запуск аппарата, определение максимальной высоты и времени подъема. Расчет пути и времени движения квадрокоптера на заданной траектории. Анализ графиков зависимости пути и скорости от времени движения.

Изучение взаимодействия как причины изменения скорости тела. Анализ ситуаций, связанных с явлением тяготения Сравнение физических характеристик квадрокоптера при подъеме грузов.

Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных вдоль одной прямой. Определение величины равнодействующей сил.

Определение факторов окружающей среды, влияющих на грузоподъемность квадрокоптера.

Влияние метеорологических факторов на применение и безопасность полетов беспилотных летательных аппаратов.

Влияние режима ветра на дальность полета, радиус действия, продолжительность полета, взлет и посадку беспилотного летательного аппарата.

Воздухоплавание. Изменение плотности воздуха с увеличением высоты над землей. Влияние плотности воздуха на полет беспилотных летательных аппаратов.

Определение выталкивающей силы, действующей на квадрокоптер при полете.

Решение задач на расчет работы и мощности при эксплуатации квадрокоптера.

Лопастной винт. Устройство. Принцип действия. Применение.

Виды винтовых систем их использование в авиационном транспорте (воздушный винт, несущий винт, рулевой винт, фенестрон, гребной винт).

Коэффициент полезного действия беспилотных летательных аппаратов. Двигательные установки для беспилотных авиационных систем.

Определение коэффициента полезного действия школьного квадрокоптера.

8 класс

Влияние изменения температуры на беспилотные авиационные системы. Влажность.

Решение задач на определение предельно допустимой влажности для осуществления полета школьного квадрокоптера.

Полеты беспилотных летательных аппаратов в туман. Классификация беспилотных летательных аппаратов по термозащите.

Виды двигателей, используемых в авиации.

Влияние двигателя на физические характеристики беспилотного летательного аппарата.

Бесколлекторные (вентильные) электродвигатели. Изучение устройство и принципа действия вентильного электродвигателя.

Исследование преобразования энергии при подъёме груза электродвигателем.

Определение коэффициента полезного действия вентильного электродвигателя и факторов, влияющих на экономичность практического применения.

Применение явления электромагнитной индукции для бесконтактной приема-передачи электрической энергии.

Принципы радиосвязи в управлении беспилотными летательными аппаратами.

Моделирование электрической схемы передающего устройства.

Разработка устройства для беспроводной подзарядки аккумуляторных батарей беспилотного летательного аппарата.

Практическая работа по расчету характеристик схемы трассы для беспилотного летательного аппарата (школьного квадрокоптера) в течении 5 минут (без касания пола и элементов трассы).

9 класс

Аэродинамика. История аэродинамики. Исследование полетов с помощью крыльев, Циолковский К. Э. вихревая теория воздушного винта Жуковского Н. Е.

Атмосфера: понятие, структура. Тропопауза. Строение и значение атмосферы.

Параметры воздуха: температура, плотность, давление. Свойства воздуха: вязкость, сжимаемость. Скорость звука.

Траектория движения частиц. Линия тока. Установившееся и неустановившееся течение. Статическое, динамическое, полное давление.

Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Решение практических задач.

Аэродинамическая сила. Аэродинамические моменты. Коэффициент аэродинамического момента. Составляющие аэродинамического момента.

Получении численных значений аэродинамических сил, действующих на школьный квадрокоптер, путём испытания модели на специальных установках.

Понятие, сущность и значение подъемной силы. Коэффициент подъемной силы. Критический угол атаки.

Сила сопротивления трения, сила сопротивления давления, сила индуктивного сопротивления, сила волнового сопротивления.

Понятие, значение и сущность аэродинамического качества. Поляра крыла.

Траекторное движение: понятие. Установившийся горизонтальный полет. Установившийся набор высоты. Скороподъемность. Установившееся снижение. Планирование.

Понятие перегрузки. Продольная перегрузка, нормальная перегрузка, поперечная перегрузка.

Дальность и продолжительность полета. Техническая и практическая дальность. Крейсерский полет. Полет по потолкам.

Командный турнир по решению практических задач в области проектирования полета беспилотного летательного аппарата.

Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем»

Личностные результаты

Патриотическое воспитание:

- проявление интереса к истории и современному состоянию российской физической науки;
- ценностное отношение к достижениям российских учёных-физиков.

Ценности научного познания:

- осознание ценности физической науки как мощного инструмента познания мира, основы развития технологий, важнейшей составляющей культуры.

Трудовое воспитание:

- интерес к практическому изучению профессий, связанных с физикой.

Экологическое воспитание:

- ориентация на применение физических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

Адаптация обучающегося к изменяющимся условиям социальной и природной среды:

- планирование своего развития в приобретении новых физических знаний.

Метапредметные результаты

Универсальные познавательные действия

Базовые логические действия:

- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к физическим явлениям;

Базовые исследовательские действия:

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;
- самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, опыта, исследования;

Работа с информацией:

- применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных с учётом предложенной учебной физической задачи;
- анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;

- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями.

Универсальные коммуникативные действия

Общение:

- в ходе обсуждения учебного материала задавать вопросы по существу обсуждаемой темы и высказывать идеи, нацеленные на решение задачи и поддержание благожелательности общения;

- публично представлять результаты выполненного физического опыта (эксперимента, исследования).

Совместная деятельность (сотрудничество):

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении конкретной физической проблемы;

Универсальные регулятивные действия

Самоорганизация:

- самостоятельно составлять алгоритм решения физической задачи или план исследования с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений.

Самоконтроль (рефлексия):

- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретённому опыту.

Предметные результаты

К концу курса «Физика беспилотных авиационных систем» в 7 классе:

- использовать понятия: физические явления, наблюдение, эксперимент, модель, единицы физических величин, механическое движение (равномерное, неравномерное, прямолинейное), траектория, равнодействующая сил;

- различать явления, влияющие на полет беспилотных летательных аппаратов (равномерное движение, неравномерное движение, инерция, взаимодействие тел, равновесие твёрдых тел с закреплённой осью вращения, атмосферное давление, воздухоплавание) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;

- распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире, в том числе примеры движения с различными скоростями, действие силы трения в технике, влияние атмосферного давления на условия полета беспилотных летательных аппаратов, при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства (признаки) физических явлений;

- описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины (время, путь, скорость, средняя скорость, сила тяжести, вес тела, сила трения, давление (твёрдого тела, газа),

выталкивающая сила, механическая работа, мощность, коэффициент полезного действия механизмов), при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы физических величин,

- находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, строить графики изученных зависимостей физических величин; характеризовать свойства тел, физические явления и процессы, используя правила сложения сил (вдоль одной прямой);

- объяснять физические явления, процессы и свойства тел, в том числе и в контексте ситуаций практикоориентированного характера: выявлять причинноследственные связи, строить объяснение из 1–2 логических шагов с опорой на 1–2 изученных свойства физических явлений, физических закона или закономерности.

К концу курса «Физика беспилотных авиационных систем» в 8 классе:

- использовать понятия: влажность воздуха, температура; различать явления (тепловое расширение и сжатие, теплопередача, испарение, конденсация, плавление, теплопередача (теплопроводность, конвекция), электромагнитная индукция) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;

- распознавать проявление изученных физических явлений в окружающем мире, в том числе физические явления в природе: образование росы, тумана, инея, при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства (признаки) физических явлений;

- описывать изученные свойства тел и физические явления, используя физические величины (температура, относительная влажность воздуха), при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, обозначения и единицы физических величин, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;

- объяснять физические процессы и свойства тел, в том числе и в контексте ситуаций практикоориентированного характера: выявлять причинноследственные связи, строить объяснение из 1–2 логических шагов с опорой на 1–2 изученных свойства физических явлений, физических законов или закономерностей;

- решать расчётные задачи в 2–3 действия, используя законы и формулы, связывающие физические величины.

К концу курса «Физика беспилотных авиационных систем» в 9 классе:

- использовать понятия: вязкость, сжимаемость, скорость звука, аэродинамическая сила, критический угол атаки, сила сопротивления, перегрузка;

- различать явления (равномерное и неравномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, равномерное движение по окружности, взаимодействие тел) по описанию их характерных свойств и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление;
- распознавать проявление изученных физических явлений, влияющих на полет беспилотного летательного аппарата, при этом переводить практическую задачу в учебную, выделять существенные свойства (признаки) физических явлений;
- описывать изученные свойства беспилотных летательных аппаратов, используя физические величины (средняя и мгновенная скорость тела при неравномерном движении, ускорение, перемещение, путь, угловая скорость, сила трения, сила тяжести, ускорение свободного падения, вес тела, импульс тела, импульс силы, механическая работа и мощность, потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли, , кинетическая энергия, полная механическая энергия, громкость звука), при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, обозначения и единицы физических величин, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- характеризовать свойства беспилотных летательных аппаратов, используя закон сохранения энергии, принцип суперпозиции сил, принцип относительности Галилея, законы Ньютона, закон сохранения импульса, при этом давать словесную формулировку закона и записывать его математическое выражение;
- решать расчётные задачи (опирающиеся на систему из 2–3 уравнений), используя законы и формулы, связывающие физические величины.

Тематическое планирование курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем»

№	Тема раздела	Количество часов
7 класс, 17 часов		
1	Механика беспилотной авиационной системы	6
2	Влияние окружающей среды на полет беспилотного летательного аппарата	4
3	Коэффициент полезного действия беспилотного летательного аппарата	7
8 класс, 17 часов		
4	Влияние природных тепловых явлений на беспилотные авиационные системы	3
5	Принцип действия двигателя беспилотного летательного аппарата	14
9 класс, 17 часов		
6	Аэродинамика беспилотных авиационных систем	17

Календарно-тематическое планирование курса внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем»

№	Тема	Виды деятельности обучающихся	Оборудование	Кол-во часов
7 класс, 17 часов				
Механика беспилотной авиационной системы, 6 часов				
1	История возникновения беспилотных авиационных систем.	Семинар.		1
2	Техника безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами.	Семинар		1
3	Изучение механического движения летательного аппарата. Средняя скорость движения.	Практическая работа.	Каркасно-сетчатый куб 3х3х3 м с демпфирующим покрытием/Частично огороженное сеткой пространство 10-30 м 2 с демпфирующим покрытием Квадрокоптеры	1
4	Запуск аппарата, определение максимальной высоты и времени подъема. Расчет пути и времени движения квадрокоптера на заданной траектории. Анализ графиков зависимости пути и скорости от времени движения.	Практическая работа		1
5	Изучение взаимодействия как причины изменения скорости тела. Анализ ситуаций, связанных с явлением тяготения Сравнение физических характеристик квадрокоптера при подъеме грузов.	Практическая работа		1
6	Экспериментальное получение правила сложения сил, направленных вдоль одной прямой. Определение величины равнодействующей сил.	Практическая работа		1
Влияние окружающей среды на полет беспилотного летательного аппарата, 4 часа				
7	Определение факторов окружающей среды, влияющих на грузоподъемность квадрокоптера.	Практическая работа		1
8	Влияние метеорологических факторов на применение и безопасность полетов беспилотных летательных аппаратов.	Практическая работа		1
9	Влияние режима ветра на дальность полета, радиус действия, продолжительность полета, взлет и посадку беспилотного летательного аппарата.	Практическая работа		1
10	Воздухоплавание. Изменение плотности воздуха с увеличением высоты над землей. Влияние плотности воздуха на полет беспилотных летательных аппаратов.	Практическая работа		1
Коэффициент полезного действия беспилотного летательного аппарата, 7 часов				

11	Определение выталкивающей силы, действующей на квадрокоптер при полете.	Практическая работа		1
12	Решение задач на расчет работы и мощности при эксплуатации квадрокоптера.	Практическая работа		1
13	Лопастной винт. Устройство. Принцип действия. Применение.	Семинар		1
14	Виды винтовых систем их использование в авиационном транспорте (воздушный винт, несущий винт, рулевой винт, фенестрон, гребной винт).	Семинар		1
15	Коэффициент полезного действия беспилотных летательных аппаратов. Двигательные установки для беспилотных авиационных систем.	Семинар		1
16	Определение коэффициента полезного действия школьного квадрокоптера.	Практическая работа	Каркасно-сетчатый куб с демпфирующим покрытием Квадрокоптеры Комплект трассы для полетов	1
17	Решение комплексной задачи на расчет сил сопротивления, действующих при полете квадрокоптера.	Практическая работа		1
8 класс, 17 часов				
Влияние природных тепловых явлений на беспилотные авиационные системы, 3 часа				
18	Влияние изменения температуры на беспилотные авиационные системы.	Семинар		1
19	Решение задач на определение предельно допустимой влажности для осуществления полета школьного квадрокоптера.	Практическая работа		1
20	Полеты беспилотных летательных аппаратов в туман. Классификация беспилотных летательных аппаратов по термозащите.	Семинар		1
Принцип действия двигателя беспилотного летательного аппарата, 14 часов				
21	Виды двигателей, используемых в авиации.	Семинар		1
22	Влияние двигателя на физические характеристики беспилотного летательного аппарата.	Практическая работа		1
23	Бесколлекторные (вентильные) электродвигатели. Изучение устройство и принципа действия вентильного электродвигателя.	Практическая работа		1
24	Исследование преобразования энергии при подъёме груза электродвигателем.	Практическая работа		1
25	Определение коэффициента полезного действия вентильного электродвигателя и факторов,	Практическая работа		1

	влияющих на экономичность практического применения.			
26	Применение явления электромагнитной индукции для бесконтактной приема-передачи электрической энергии.	Практическая работа		1
27	Принципы радиосвязи в управлении беспилотными летательными аппаратами.	Практическая работа		1
28	Моделирование электрической схемы передающего устройства.	Практическая работа	Электрооборудование по физике для сборки электрической цепи	1
29	Разработка устройства для беспроводной подзарядки аккумуляторных батарей беспилотного летательного аппарата.	Практическая работа		1
30	Расчету характеристик схемы трассы для беспилотного летательного аппарата (школьного квадрокоптера) в течении 5 минут (без касания пола и элементов трассы).	Проект	Каркасно-сетчатый куб с демпфирующим покрытием Квадрокоптеры Физические измерительные приборы Комплект трассы для полето	5
9 класс, 17 часов				
Аэродинамика беспилотных авиационных систем, 17 часов				
31	Аэродинамика. История аэродинамики.	Семинар		1
32	Атмосфера: понятие, структура. Тропопауза. Строение и значение атмосферы.	Семинар		1
33	Параметры воздуха: температура, плотность, давление. Свойства воздуха: вязкость, сжимаемость. Скорость звука.	Практическая работа		1
34	Траектория движения частиц. Линия тока. Установившееся и неустановившееся течение. Статическое, динамическое, полное давление.	Практическая работа		1
35	Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Решение практических задач.	Практическая работа		1
36	Аэродинамическая сила. Аэродинамические моменты. Коэффициент аэродинамического момента. Составляющие аэродинамического момента.	Практическая работа		1
37	Получении численных значений аэродинамических сил, действующих на школьный квадрокоптер, путём испытания модели на специальных установках.	Практическая работа	Каркасно-сетчатый куб с демпфирующим покрытием Квадрокоптеры	1

			Физические измерительные приборы Комплект трассы для полетов	
38	Понятие, сущность и значение подъемной силы. Коэффициент подъемной силы.	Практическая работа		1
39	Сила сопротивления трения, сила сопротивления давления, сила индуктивного сопротивления, сила волнового сопротивления.	Практическая работа		1
40	Понятие, значение и сущность аэродинамического качества. Поляра крыла.	Семинар		1
41	Траекторное движение: понятие. Установившийся горизонтальный полет. Установившийся набор высоты. Скороподъемность. Установившееся снижение. Планирование.	Практическая работа	Комплект трассы для полетов	1
42	Понятие перегрузки. Продольная перегрузка, нормальная перегрузка, поперечная перегрузка.	Семинар		1
43	Дальность и продолжительность полета. Техническая и практическая дальность. Крейсерский полет. Полет по потолкам.	Практическая работа		1
44	Командный турнир по решению практических задач в области проектирования полета беспилотного летательного аппарата.	Практическая работа	Каркасно-сетчатый куб с демпфирующим покрытием Квадрокоптеры Физические измерительные приборы Комплект трассы для полетов	4
Всего				51

**Центр непрерывного повышения профессионального мастерства
педагогических работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО «ВИРО»**

«ОДОБРЕНО»
на заседании методического актива
по предметной области «Физика»
при РУМО по общему образованию
(Протокол № 7 от 10.12.2024)

**Методическая разработка сценария итогового занятия по программе
внеурочной деятельности
«Физика беспилотных авиационных систем»
для 9 классов.**

Автор:
Куркина Полина Валентиновна, методист
сектора естественнонаучного и технического образования
Центра непрерывного повышения
профессионального мастерства педагогических
работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО "ВИРО"

2024г.

Аннотация.

Командный турнир по решению практических задач в области проектирования полета беспилотного летательного аппарата является заключительным занятием по программе внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем», проводится в 9 классе. Сценарий данного мероприятия адресован учителям, реализующим данную программу.

Актуальность.

Программа внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем» направлена на формирование знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, способствует развитию инженерно-конструкторского мышления, предоставляет возможность получить практические навыки и знания, выходящие за рамки школьной программы. Командный турнир позволяет учащимся применить полученные знания и навыки на практике, проверить себя. Мероприятие мотивирует учащихся к дальнейшему углубленному изучению физики, показывает практическую связь с математикой, информатикой и технологией.

Сценарий турнира отличается от традиционных мероприятий по физике, так как включает одновременно теоретические, практические и творческие задания для группы учащихся.

В методической разработке представлен сценарий «Командного турнира по решению практических задач в области проектирования полета беспилотного летательного аппарата», который может быть использована при организации заключительного мероприятия по программе внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем».

«Командный турнир по решению практических задач в области проектирования полета беспилотного летательного аппарата»

1 тур. Тестирование по технике безопасности управления беспилотным летательным аппаратом.

Участники: команды по 3 человека из учащихся 9 классов. Минимальное количество команд - 5.

Условия состязания: члены команд проходят тест индивидуально. За каждый правильный ответ ставится 1 балл. За каждый неправильный ответ 1 балл вычитается. Ко второму туру допускаются команды, набравшие больше 15 баллов.

Пример теста

1. Полет квадрокоптера разрешается (3 балла):

- а. большое, открытое пространство;
- б. сетка – ограничитель;
- в. закрытое помещение;
- г. лесной массив;

д. школьный участок.

Ответ: а, б, в

2. Укажите порядок действий оператора квадрокоптера перед началом полета (13 баллов):

- а. удалить крышку камеры;
 - б. удалить фиксатор подвеса;
 - в. установить коптер на ровную поверхность;
 - г. накрутите пропеллеры на двигатели;
 - д. убедитесь в том, что батареи полностью заряжены;
 - е. проверьте заряд пульта управления и батареи коптера;
 - ж. закрепите планшет/телефон на пульте управления, подключите интерфейсный шнур;
 - з. вставьте батарею в коптер, убедитесь в том, что батарея установлена корректно, зазоров между корпусом и батареей быть не должно;
 - и. проверьте уровень планшета (телефона);
 - к. включите питание на пульте и коптере;
 - л. запустите приложения и убедитесь в том, что получаете данные с коптера;
 - м. калибровка коптера.
 - н. установите максимальную громкость и яркость на планшете/телефоне при открытом приложении;
 - о. включите установку «домашней точки», следите по световым индикаторам коптера за корректностью установки точки в приложении;
- Ответ: в, б, а, е, д, и, ж, з, г, к, л, о, н**

3. Если калибровка компаса беспилотного летательного аппарата не получается, ваши действия? (1 балл)

- а. переместить коптер на расстояние более 1м от пульта дистанционного управления и любых металлических предметов;
- б. переместить коптер в другую точку и повторить попытку;
- в. правильный только ответ а.;
- г. правильный только ответ б.;
- д. оба ответа правильные;
- е. оба ответа неправильные.

Ответ: д

4. Какие действия выполняются перед стартом на трассе, укажите порядок (8 баллов)

- а. аккуратно сделайте движения влево / вправо / вперед / назад, покрутитесь вокруг оси (коптер готов к полету, если адекватно реагирует на команды).
- б. убедитесь, что переключатели находятся в нужных позициях;
- в. отойдите от коптера на 1,5-2 метра.
- г. убедитесь в том, что «Домашняя точка» записана;
- д. запустите моторы;
- е. убедитесь в стабильности работы коптера;

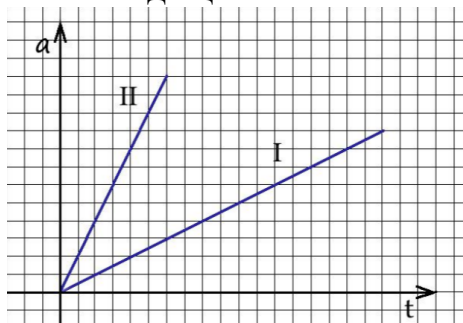
ж. плавно переведите левый стик (газ) до момента взлета и уверенно поднимите коптер на высоту 2 м;

з. убедитесь, что коптер расположен хвостовой частью к вам;

Ответ: з, б, в, д, г, ж, е, а

2 тур. Решение физических задач.

№ 1 (1 балл) На рисунке изображена зависимость ускорения от времени для двух тел, которые одновременно начали двигаться из состояния покоя вдоль одной прямой. К сожалению, график был испорчен пролитым кофе и нормировки осей были уничтожены. Известно только, что по вертикальной оси откладывалось ускорение, а по горизонтальной – время. Инженеру известно, что первое тело прошло $S_1 = 5$ метров в процессе движения. Определите с помощью графика, какое расстояние прошло второе тело за то же время? Ответ дайте с точностью до целых



Решение: Скорость роста ускорения тела 2 по графику в 4 раза больше скорости роста ускорения тела 1. Так как движение начинается из состояния покоя, то в любой момент ускорение тела 2 в 4 раза больше ускорения тела 1, скорость и перемещение тоже. Перемещение тела 1 равно 5 метров, следовательно, перемещение тела 2 равно 20 метров. Ответ: $S_2 = 4S_1 = 20$ м (График должен быть хорошо читаем. Значение S_1 может варьироваться от 1 до 10 с шагом 0,5. Ответ точный.)

№ 2 (2 балла) Сказать точно, какое количество топлива заправляют в самолеты достаточно сложно. Но обобщенный способ расчета расхода горючего на каждое судно строится из ряда слагаемых:

- расходаемого топлива, необходимого для перелета судна из пункта А до пункта В с определенной загрузкой;
- количества горючего, требуемого для преодоления расстояния от пункта В до самого удаленного запасного аэродрома, отмеченного в полетном плане;
- количество топлива, необходимое для того, чтобы данный лайнер мог продержаться в зоне ожидания в течение получаса, находясь на высоте 460 м двигаясь со скоростью $U = 400$ км/ч;
- $\alpha = 5\%$ от общей суммы указанных выше показателей.

Удельная теплота сгорания авиационного топлива 46 МДж/кг. Если полет совершается из Парижа в Москву (приблизительное расстояние $S_1 = 2500$

км), удаленный запасной аэродром находится в Казани (приблизительное расстояние $S_2 = 700$ км). Полет совершается на самолете Airbus A321-100 с часовым расходом топлива $\beta = 2885$ кг/час.

А) Рассчитайте количество топлива необходимое на полет, если крейсерская скорость полета равна $V = 840$ км/ч. Ответ дайте в килограммах с точностью до целых.

Б) Рассчитайте КПД авиационных двигателей самолета на участке движения с крейсерской скоростью, если тяга двигателей на этом участке $F = 133,4$ кН. Ответ представьте в процентах с точностью до десятых.

Решение:

А) Максимальное время в полете: $\tau = \frac{S_1 + S_2}{V} + 0,5 = 4,3$ км/ч

Тогда топлива нужно: $m = (1 + \alpha) \beta \tau = (1 + \alpha) \beta \left(\frac{S_1 + S_2}{V} \right) = 13\,054$ кг. – 1

балл

Б) КПД: $\eta = \frac{F \cdot S_1}{\beta q \frac{S_1}{V}} = 84,3 \%$ – 1 балл

№ 3 (3 балла) Наблюдательный беспилотник движется на запад вдоль дороги со скоростью $V = 100$ км/ч на небольшой высоте. Прямо по направлению его движения на расстоянии $L = 2$ км с юга на север со скоростью $U = 50$ км/ч движется грузовик.

А) Оцените минимальное расстояние между беспилотником и грузовиком за время движения. Ответ дайте в километрах с точностью до сотых.

Б) Считая, что камера беспилотника начинает делать фотоснимки сразу после того, как грузовик окажется на максимальном рабочем расстоянии камеры и заканчивает съемку сразу, как только камера потеряла грузовик из виду, определите число снимков, сделанных камерой. Камера теряет грузовик из виду, если он выходит за пределы максимальной дальности съемки или если угловой скорости камеры не хватает на то, чтобы следить за грузовиком. Высотой полета беспилотника над землей можно пренебречь.

Параметры камеры:

Максимальная дальность съемки $l = 1$ км.

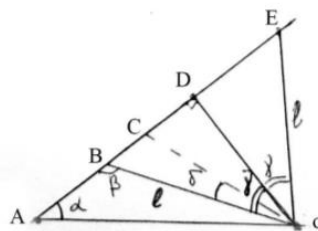
Максимальная угловая скорость слежения камеры: $\omega = 0,2$ рад/с

Число кадров в секунду $q = 30$

Решение:

Для решения задачи необходимо перейти в систему отсчета, связанную с дроном. В этой системе отсчета скорость грузовика будет равна

$U_1 = \sqrt{U^2 + V^2}$ и направлена под углом $\alpha = \arctg \left(\frac{U}{V} \right)$ к первоначальному направлению полета беспилотника.



Из рисунка видно, что если максимальная дальность съемки меньше OD - высоты, опущенной из точки O , в которой находится беспилотник, то съемка не будет вестись и число кадров равно нулю.

Если же дальности съемки хватает, то возможны две ситуации: скорости слежения камеры хватит для наблюдения за грузовиком, пока он остается в пределах максимальной дальности съемки или же скорости слежения не хватит.

Первый случай реализуется, если $R_{\min} = U_1 / \omega < OD$. В этом случае, время съемки равно длине BE деленной на относительную скорость автомобиля, а число кадров можно получить, умножив это время на число кадров в секунду. Длину BE можно найти, решив треугольники ABO и OBD

$$\beta = \arcsin \left(\frac{L \cdot \sin \alpha}{l} \right)$$

$$BD = l * \cos(\pi - \beta), BE = 2 BD$$

$$\text{Тогда искомое число кадров } n = \frac{BE}{U_1} * q$$

Во втором случае автомобиль проедет только вдоль расстояния BC , после чего камера его потеряет. OC – минимальное расстояние, на котором камера еще может следить за грузовиком. Тогда проанализировав треугольники на рисунке можно найти длину BC , а разделив BC на относительную скорость автомобиля, найти время съемки, а из него количество кадров. BC может быть найдено по теореме косинусов из треугольника BCO .

$$BC = \sqrt{l^2 + R_{\min}^2 - 2 \cos \delta}, \text{ где } \delta = \arcsin \left(\frac{l \cdot \sin(\pi - \beta)}{R_{\min}} \right)$$

$$\text{Тогда искомое число кадров: } n = \frac{BC}{U_1} * q$$

$$A) S_{\min} = L * \sin \left(\arctg \left(\frac{U}{V} \right) \right) = 0,89 \text{ км} - \mathbf{1 \text{ балл}}$$

$$B) \text{ тогда } n = 89 - \mathbf{2 \text{ балла}}$$

3 тур. Творческое задание.

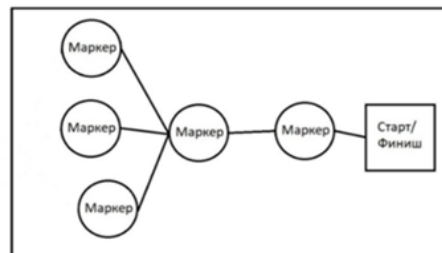
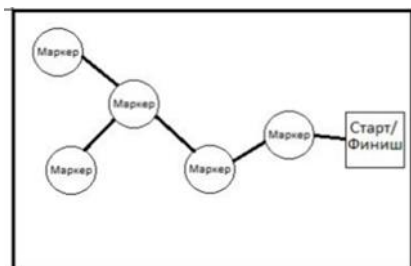
Каждая команда выполняет задание по физическому расчету трассы беспилотного летательного аппарата для команды соперника. Необходимо составить две разные трассы.

Пример задания

Размер посадочного полотна, на котором размещаются маркеры 2м в ширину и 2,5м в длину. Маркеры разместить согласно схеме на расстоянии 30

см друг от друга. Взлет-посадка на точке старт /финиш. Маркеры должны быть зафиксированы камерой дрона и датчиком расстояния, установленном на полигоне. Время прохождения трассы 5 минут.

Пример расположения маркеров по творческому заданию:



Критерии оценивания:

1. Оригинальность трассы – **1балл**
2. Правильно рассчитаны точки трассы – **1балл**
3. Правильно рассчитано максимальное и минимальное время полета – **1 балл**

4 тур. Соревнования дронов (дрон-рейсинг)

Беспилотный летательный аппарат каждой команды должен пройти трассу для полетов на время. Элементы трассы размещаются внутри полигона для беспилотных летательных аппаратов, находящегося внутри здания образовательной организации. В данном туре участвуют все команды, которые успешно сдали тест на технику безопасности, но баллы засчитываются только тем командам, которые успешно решили задачи второго тура.

Ворота

На трассе установлена система автоматической фиксации времени преодоления препятствий (колец). Работа системы основана на одном датчике расстояния, установленном в месте крепления штатива. Преодоление препятствий засчитывается при пролете БПЛА через кольцо.

Правила гонок:

1. Участникам разрешается совершать тестовые и зачетные попытки.
2. Тестовые попытки совершаются без контроля времени.
3. Участникам даются 1-3 зачетные попытки в зависимости от количества участников.
4. Во время зачётной попытки участником выполняется пилотирование дрона по трассе на время.
5. БПЛА располагается на стартовой площадке полигона.
6. По команде судьи объявляется старт зачетной попытки и запускается таймер.
7. Отсчет времени останавливается автоматически при прохождении БПЛА последних ворот трассы, либо судьей при нахождении БПЛА в финишной зоне.
8. В зачёт идёт лучшее время из зачётных попыток.

9. В случае опрокидывания дрона во время зачетной попытки разрешается вручную вернуть его в гонку. Таймер не останавливается.

10. При возникновении спорных ситуаций решение принимается судейским комитетом.

Подведение итогов, только для команд, которые успешно решили задачи 2 тура. Остальные команды участвуют вне конкурса.

Фиксируется время пролета участника по трассе. Итоговое время формируется исходя из времени прохождения всей трассы, плюс штрафное время за не пройденные ворота. За каждые не пройденные ворота к общему времени добавляется +30 секунд штрафного. Победителем является участник, преодолевший трассу с наименьшим итоговым временем пролёта (с учетом штрафов).

Отметить призами самые быстрые команды. Две команды, показавшие наименьшее время, приступают к заданию «Автономный полет». Это задание состоит из трасс, составленных соперниками в творческом турнире.

Автономный полет

Участники: команды, которые прошли 2тур и успешно прошли задание «Ворота»

Условия состязания: дрон, функционирующий в автономном режиме с установленной системой распознавания видеоизображения, должен «захватить» максимальное количество цветowych маркеров, расставленных определенным образом в пределах ограниченного участка.

Состязание разделено на два этапа: отборочный и финал. Конкурсное задание состоит из задач творческого тура. Каждая команда определяет для соперника какая задача будет отборочная, а какая финальная. Команды запускают беспилотные летательные аппараты по двум разным трассам.

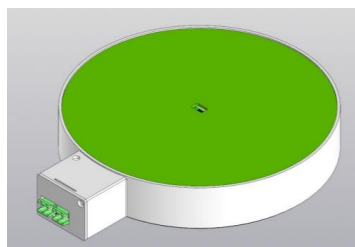
Требования к оборудованию:

1. Команда использует в состязании дрон, подготовленный заранее.
2. На дроне установлено оборудование для распознавания цветных маркеров и навигации в помещении.
3. Расстояние между диагонально расположенными моторами – до 400 мм.
4. Запуск дрона осуществляется путем удаленного включения программы.

Описание зоны полетов:

1. Полетная зона ограничена защитной сеткой.
2. Все цветовые маркеры располагаются на участке (полигоне) внутри полетной зоны размерами не более 3000х3000 мм.
3. Границы полигона обозначены контрастной полосой шириной не менее 40 мм.
4. Дрону разрешено перемещаться во всей полетной зоне, в том числе за пределами полигона с цветowymi маркерами.
5. Зона старта/финиша представляет собой квадрат размерами 400х400 мм.

6. Цветовой маркер представляет собой цилиндр высотой 35 мм и диаметром 180 мм. Маркер оснащен датчиком расстояния, расположенным по центру. Маркер имеет возможность светиться зеленым цветом.



7. В пределах полигона может располагаться не более 10 маркеров. Цветовые маркеры соединены между собой цветной полосой шириной не менее 40 мм.

8. В рамках первого соревновательного этапа цветовые маркеры соединены полосой друг с другом так, что из каждого цветового маркера исходит лишь одна полоса.

9. В рамках финального соревновательного этапа цветовые маркеры соединены полосой так, что из каждого цветового маркера может исходить одна и более полос.

10. Расположение цветовых маркеров на поле определяется организаторами в день проведения мероприятия по заданию творческого тура.

11. Участникам соревнований не допускается внесение изменений на полигоне без согласования с Судейским комитетом, запрещается размещение других предметов, в том числе различного вида маркеров.

Выполнение задания:

В течение попытки дрон может выполнить одну или несколько задач:

1. Взлет в пределах метки «Старт/финиш». Согласно задаче дрон должен взлететь в пределах метки «Старт/финиш». Задача считается выполненной при соблюдении всех следующих условий:

- a. Дрон не вылетел за пределы полигона.
- b. Дрон оторвался от поля одновременно всеми конструктивными элементами.

2. Посадка в пределах метки «Старт/финиш». Согласно задаче дрон должен осуществить посадку в пределах метки «Старт/финиш». Задача считается выполненной при соблюдении всех следующих условий:

- a. Все опорные элементы дрона находятся в зоне «Старт/финиш»;
- b. Остановлены все движущиеся части дрона не менее чем на 3 секунды.

3. «Захват маркера». Согласно задаче дрон должен зависнуть над цветовым маркером. Задача считается выполненной при соблюдении всех следующих условий:

- a. Дрон завис точно над центром цветового маркера не менее чем на 1 секунду на высоте не более 1 метра.
- b. Цветовой маркер выключился.

Правила проведения состязания:

1. Состязание разделено на 2 этапа: отборочный и финальный.

2. В рамках каждого из этапов проводятся 3 зачетных попытки.
3. Команда имеет право модифицировать дрон между попытками. Время, отведенное на модификацию, определяется судьейским комитетом.
4. Во время попытки изменение кода и подача управляющих сигналов не допускается.
5. В финальный этап проходят лучшие команды по результатам отборочного этапа, в зависимости от количества команд-участников. Точное количество команд, которые проходят в финальный этап, сообщается участникам перед началом соревнований.
6. При проведении зачетных полетов внутри зоны могут находиться только судьи и один участник.
7. Перед началом попытки все цветные маркеры на полигоне подсвечиваются зеленым цветом.
8. Дрон в автономном режиме совершает полет с целью «захватить» максимальное количество цветных маркеров.
9. Попытка завершается, когда дрон совершил посадку (все опорные элементы дрона находятся на земле и движущиеся части отключены) либо по истечении 5 минут.
10. В зачет идет наибольшее количество баллов, полученных в одной из попыток.
11. В случае вмешательства участника в управление дроном (ручное управление) попытка завершается.
12. При возникновении спорных ситуаций решение принимается судьейским комитетом.
13. Во время проведения соревнований судейский комитет вправе изменять правила проведения соревнований, сообщив об этом всем участникам соревнований.

Подсчет баллов:

1. Взлет в пределах метки «Старт/финиш» – 5 баллов;
2. Посадка в пределах метки «Старт/финиш» – 5 баллов;
3. «Захват» одного маркера – 10 баллов.

Победителем является участник, набравший наибольшее количество баллов в финальном этапе. В случае равного количества баллов учитывается время попытки. Команда, набравшая 0 баллов, не может претендовать на призовые места.

Порядок проведения турнира

1. Перед началом отборочного этапа участникам дается 2 часа на подготовку. По истечении отведенного на подготовку времени все дроны должны находиться за пределами полетной зоны.
2. Порядок выступлений команд в четвертом туре (задание «Автономный полет») определяются баллами, заработанными во втором и третьем туре.
3. После завершения отборочного этапа четвертого тура составляется рейтинг участников и определяются команды, прошедшие в финальный этап.

4. Между отборочным и финальным этапами участникам дается 1 час на подготовку. По истечении отведенного на подготовку времени все дроны должны находиться за пределами полетной зоны.

5. По результатам финального этапа составляется рейтинг участников и определяются команда-победитель и команды-призеры.

Критерии оценки заданий

Тур	Критерии	Показатели	Баллы
1	Тестирование по технике безопасности		25
	За каждый правильный ответ ставится 1 балл; За каждый неправильный ответ 1 балл <u>вычитается</u>. Ко второму туру допускаются команды, набравшие больше 45 баллов. Каждый участник должен набрать минимальные 15 баллов.	1. Полет квадрокоптера разрешается (3 балла): а. большое, открытое пространство; б. сетка – ограничитель; в. закрытое помещение; г. лесной массив; д. школьный участок. Ответ: а, б, в 2. Укажите порядок действий оператора квадрокоптера перед началом полета (13 баллов): а. удалить крышку камеры; б. удалить фиксатор подвеса; в. установить коптер на ровную поверхность; г. накрутите пропеллеры на двигатели; д. убедитесь в том, что батареи полностью заряжены; е. проверьте заряд пульта управления и батареи коптера; ж. закрепите планшет/телефон на пульте управления, подключите интерфейсный шнур; з. вставьте батарею в коптер, убедитесь в том, что батарея установлена корректно, зазоров между корпусом и батареей быть не должно; и. проверьте уровень планшета (телефона); к. включите питание на пульте и коптере; л. запустите приложения и убедитесь в том, что получаете данные с коптера; м. калибровка коптера.	3 13

	н. установите максимальную громкость и яркость на планшете/телефоне при открытом приложении; о. включите установку «домашней точки», следите по световым индикаторам коптера за корректностью установки точки в приложении; Ответ: в, б, а, е, д, и, ж, з, г, к, л, о, н	
	3. Если калибровка компаса беспилотного летательного аппарата не получается, ваши действия? (1 балл) а. переместить коптер на расстояние более 1м от пульта дистанционного управления и любых металлических предметов; б. переместить коптер в другую точку и повторить попытку; в. правильный только ответ а.; г. правильный только ответ б.; д. оба ответа правильные; е. оба ответа неправильные. Ответ: д	1
	4. Какие действия выполняются перед стартом на трассе, укажите порядок (8 баллов) а. аккуратно сделайте движения влево / вправо / вперед / назад, покрутитесь вокруг оси (коптер готов к полету, если адекватно реагирует на команды). б. убедитесь, что переключатели находятся в нужных позициях; в. отойдите от коптера на 1,5-2 метра. г. убедитесь в том, что «Домашняя точка» записана; д. запустите моторы; е. убедитесь в стабильности работы коптера; ж. плавно переведите левый стик (газ) до момента взлета и	8

		уверенно поднимите коптер на высоту 2 м; 3. убедитесь, что коптер расположен хвостовой частью к вам; Ответ: з, б, в, д, г, ж, е, а	
2	Решение физических задач		
	Задача № 1		1
	Получен точный ответ на вопрос задачи		
	Задача № 2		2
	1.Определено количество топлива		1
	2. Вычислено КПД		1
	Задача № 3		3
	Найдено минимальное расстояние между беспилотником и грузовиком за время движения.	Ответ дан в километрах с точностью до сотых	1
	Рассмотрены <u>оба возможных случая</u> (смотри решение)	Правильно определено число снимков, сделанных камерой.	2
или			
Рассмотрен <u>только один случай</u> , позволяющий найти правильный ответ	Правильно определено число снимков, сделанных камерой.	1	
3	Творческое задание		3
	Оригинальность трассы	Схема трассы не похожа на схему команды соперника и не повторяет задания, выполняемые при изучении курса	1
	Правильно рассчитаны точки трассы	Маркеры легко расставляются по точкам, не нарушая правила техники безопасности полетов	1
	Правильно рассчитано максимальное и минимальное время полета	Практическое (реально возможное в данных условиях полета) и теоретическое время полета по трассе совпадают	1
	Состязания дронов (дрон-рейсинг)		120
4	Задача «Ворота» Участвуют все команды, прошедшие 1 тур. К следующему заданию допускаются только те участники, кто прошел успешно 2 тур		Минимальное время полета
	Фиксируется время пролета участника по трассе. Итоговое время формируется исходя из времени	1. Минимальное время с учетом штрафов. 2. Решены задачи второго тура	

прохождения всей трассы, плюс штрафное время за не пройденные ворота. За каждые не пройденные ворота к общему времени добавляется +30 секунд штрафного.	3. Выбираем 2 команды с наименьшим временем.	
Задача «Автономный полет»		60 баллов – максимальное значение
отборочный этап		
Взлет в пределах метки «Старт/финиш»	5 баллов	
Посадка в пределах метки «Старт/финиш»	5 баллов	
«Захват» одного маркера	10 баллов	
финальный этап победитель отборочного этапа получает (-30 секунд) к зачетному времени		60 баллов – максимальное значение
Взлет в пределах метки «Старт/финиш»	5 баллов	
Посадка в пределах метки «Старт/финиш»	5 баллов	
«Захват» одного маркера	10 баллов	

Победителем является участник, набравший наибольшее количество баллов в финальном этапе. В случае равного количества баллов учитывается время попытки. Команда, набравшая 0 баллов, не может претендовать на призовые места.

Центр непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО «ВИРО»

«ОДОБРЕНО»
на заседании методического актива
по предметной области «Физика»
при РУМО по общему образованию
(Протокол № 7 от 10.12 .2024)

Методическая разработка практического занятия по программе внеурочной деятельности ««Физика беспилотных авиационных систем» для 9 классов.

Автор:
Куркина Полина Валентиновна, методист
сектора естественнонаучного образования
Центра непрерывного повышения
профессионального мастерства педагогических
работников в г. Череповце АОУ ВО ДПО "ВИРО"

2024 год

Аннотация.

Практическая работа «Дальность и продолжительность полета. Техническая и практическая дальность. Крейсерский полет. Полет по потолкам» является текущим занятием по программе внеурочной деятельности «Физики беспилотных авиационных систем», проводится в 9 классе. Сценарий практической работы адресован учителям, реализующим данную программу.

Актуальность.

Программа внеурочной деятельности «Физика беспилотных авиационных систем» направлена на формирование знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, способствует развитию инженерно-конструкторского мышления, предоставляет возможность получить практические навыки и знания, выходящие за рамки школьной программы. Практическое занятие позволит обучающимся научиться рассчитывать дальность и продолжительность полета в заданных условиях, управлять беспилотным летательным аппаратом во время крейсерского полета по потолкам.

Сценарий практической работы «Дальность и продолжительность полета. Техническая и практическая дальность. Крейсерский полет. Полет по потолкам»

Цель работы:

1. Исследование дальности и продолжительности полета школьного беспилотного летательного аппарата по техническим характеристикам.
2. Демонстрация полета квадрокоптера в крейсерском режиме по потолкам.

Оборудование: каркасно-сетчатый куб с демпфирующим покрытием, квадрокоптеры, физические измерительные приборы (измерительная лента, секундомер, цифровой датчик движения).

Теоретическая часть заданию 1

Дальность полёта - это расстояние, измеренное вдоль маршрута полёта по земной поверхности от места вылета до места посадки летательного аппарата.

На дальность полёта влияет запас топлива в летательном аппарате, а также условия окружающей среды, которые могут увеличивать или уменьшать расход топлива\энергии, потребной для передвижения. Не следует путать дальность полёта и продолжительность полёта.

Обычно в лётно-тактических характеристиках летательных аппаратов рассматриваются следующие виды дальности: техническая, практическая и тактическая.

Технической дальностью полёта называют максимальную дальность полёта летательного аппарата (самолёта) в

стандартных атмосферных условиях, без ветра при полной заправке самолёта и полной его выработке, за исключением не вырабатываемого остатка. Наличие не вырабатываемого остатка связано с тем, что не всё заправленное в баки самолёта топливо может быть выработано, что связано с конструктивными особенностями топливной системы. Обычно не вырабатываемый остаток топлива составляет 1,5 % от массы заправляемого топлива.

Техническая дальность является важным показателем предельных возможностей летательного аппарата (самолёта). Однако завершение реального полёта с пустыми баками является недопустимым по соображениям безопасности, так как любое непредвиденное отклонение от маршрута, наличие встречного ветра и т. п. могут привести к тому, что летательный аппарат (самолёт) не достигнет аэродрома назначения. Поэтому более реальным показателем является практическая дальность полёта.

Практическая дальность полёта — расстояние, которое может пролетать летательный аппарат при заданном состоянии атмосферы с учётом расхода топлива на запуск и опробование двигателей, руление перед взлётом, взлёт, пред посадочный манёвр, посадку, руление после посадки, а также с учётом аэронавигационного запаса топлива, определяемого для соответствующего типа летательного аппарата Нормами лётной годности. Практическая дальность полёта существенно зависит от массы Целевой нагрузки. Зависимость «нагрузка — дальность» является одной из основных характеристик летательного аппарата.

На этой зависимости можно выделить три характерных участка:

- ограничение по максимальной целевой нагрузке (в основном обусловлено прочностью конструкции);
- ограничение по взлётной массе;
- ограничение по массе топлива (ёмкость топливных баков).

Аэронавигационный запас топлива предназначен для компенсации возможных отклонений условий полёта от расчётных, а также для ожидания в воздухе в районе аэродрома назначения или достижения запасного аэродрома в случае возникновения особых обстоятельств. Аэронавигационный запас топлива составляет, как правило, 10-15 % от массы заправляемого топлива.

Максимальная практическая дальность полёта — практическая дальность полёта на высоте и скорости наибольшей дальности и полной заправке горючего.

В процессе полёта по мере расходования топлива масса летательного аппарата (самолёта) уменьшается, в результате чего постепенно возрастает высота практического потолка. Если летательный аппарат (самолёт) будет постоянно лететь на высоте практического потолка, то есть с небольшим набором высоты, то в этом случае дальность его полёта будет больше, чем при горизонтальном полёте. Такой способ выполнения крейсерского полёта получил название полёта по потолкам.

Тактическая дальность полёта — это практическая дальность с учётом расхода топлива на всех этапах, предусмотренным заданием на полёт.

На примере самолёта:

- Техническая дальность — дальность полёта одиночного самолёта до полного израсходования топлива;
- Практическая дальность — дальность полёта с учётом гарантийного 10-15 % остатка топлива (от массы заправляемого топлива);
- Тактическая дальность — дальность полёта с учётом запаса топлива на выполнение задания, не связанного с продвижением по маршруту.

Дальность полёта у разных видов летательных аппаратов

Подводя итог нужно учитывать, что летательным аппаратом является не только самолёт, а также планёр у которого нет мотора с топливом (исключение — класс мотопланеров), космический корабль, который летает в атмосфере Земли и вакууме космоса, воздушный шар и т. д.

В то же время дирижабль тоже является летательным аппаратом. Если про самолёт говорят, что он летает, то про аппараты легче воздуха уместнее говорить, что они «плавают» в воздухе, чему и соответствует наименование «воздухоплавательные аппараты». Самолёт может продолжать полёт штатно пока работает мотор, после чего перейдёт в планирование с потерей скорости и высоты. Время работы мотора определяется наличием на самолёте запаса топлива, который всегда имеется лишь в ограниченном количестве. Дирижабль же «плавает» в воздухе. Благодаря подъёмной силе газа он может вертикально подниматься вверх, может по желанию или в случае остановки имеющихся у него моторов, работой которых он приобретает поступательное движение, совершенно остановится в воздухе и не падать. Он имеет возможность совершать продолжительные безостановочные перелёты, выгодно используя попутные ветры. Так что практическая дальность полёта у того же дирижабля может быть разной в зависимости от различных условий полёта.

Школьный беспилотный летательный аппарат летает на электродвигателе, требующем подзарядки.

Дальность полета дрона является одним из ключевых параметров, который определяет его функциональность и применение. Большая дальность полета позволяет использовать дрон для более широкого спектра задач, таких как аэрофотосъемка, мониторинг крупных территорий, поисково-спасательные операции и доставка грузов. Например, в сельском хозяйстве дроны с большой дальностью полета могут эффективно мониторить состояние полей и выявлять проблемы на больших участках земли, что экономит время и ресурсы. В коммерческом и военном секторах дальность полета также играет критическую роль, обеспечивая выполнение миссий на значительных расстояниях от оператора.

Факторы, влияющие на дальность полета

На дальность полета дрона влияют множество факторов, как технических, так и внешних. К техническим аспектам относятся емкость батареи, аэродинамика и дизайн дрона, его вес и нагрузка. Чем выше емкость батареи, тем дольше дрон сможет находиться в воздухе. Аэродинамика и дизайн определяют, насколько эффективно дрон преодолевает сопротивление

воздуха, что также влияет на его дальность. Вес дрона и полезная нагрузка, которую он несет, оказывают значительное влияние на энергопотребление и, следовательно, на дальность полета.

Внешние факторы, такие как погодные условия, высота полета и радиопомехи, также играют важную роль. Например, сильный ветер может существенно сократить дальность полета, так как дрону придется тратить больше энергии на стабилизацию. Высота полета влияет на плотность воздуха и, соответственно, на сопротивление, которое дрон испытывает в полете. Радиопомехи могут ограничить дальность связи между дроном и оператором, что также сказывается на общей дальности полета.

Понимание этих факторов и их взаимосвязи позволяет оптимизировать использование дронов и максимально использовать их потенциал в различных условиях и для различных задач.

Емкость батареи является одним из самых критичных факторов, определяющих дальность полета дрона. Чем больше емкость батареи, тем дольше дрон может находиться в воздухе без необходимости подзарядки. Емкость батареи измеряется в миллиампер-часах (mAh) или ватт-часах (Wh). Большинство современных дронов оснащены литий-полимерными (LiPo) или литий-ионными (Li-ion) батареями, которые обеспечивают высокую плотность энергии. Например, дрон с батареей на 5000 mAh может летать значительно дольше, чем дрон с батареей на 2000 mAh, при прочих равных условиях. Однако увеличение емкости батареи приводит к увеличению веса дрона, что может потребовать более мощных двигателей и усиленной конструкции. Также стоит учитывать, что эффективное управление энергопотреблением, такие как оптимизация режимов полета и использование энергосберегающих технологий, может значительно повысить общую дальность полета дрона.

Аэродинамика и дизайн дрона играют важную роль в его способности преодолевать сопротивление воздуха и эффективно использовать энергию батареи. Хорошо спроектированный аэродинамический корпус уменьшает сопротивление, что позволяет дрону летать быстрее и дольше при меньших затратах энергии. Форма корпуса, расположение пропеллеров и общий баланс конструкции влияют на стабильность и маневренность дрона. Например, дроны с гладкими, обтекаемыми формами и складными пропеллерами обычно имеют лучшие аэродинамические характеристики, чем дроны с угловатыми, неуклюжими конструкциями. Кроме того, использование легких и прочных материалов, таких как углепластик или магниевые сплавы, позволяет снизить общий вес дрона без ущерба для его прочности, что также положительно сказывается на дальности полета.

Вес дрона и полезная нагрузка, которую он несет, значительно влияют на его дальность полета. Легкие дроны требуют меньше энергии для поддержания в воздухе и могут летать на большие расстояния. С другой стороны, увеличение веса, связанное с установкой дополнительных устройств, таких как камеры высокого разрешения, датчики или грузовые контейнеры, увеличивает энергопотребление и, следовательно, сокращает время и

дальность полета. Разработчики дронов стремятся найти оптимальный баланс между весом и функциональностью, чтобы обеспечить максимальную производительность.

Например, в профессиональных дронах используются легкие материалы и компактные компоненты, чтобы минимизировать вес без потери функциональности. Важно также учитывать распределение веса и центр тяжести дрона, так как это влияет на его стабильность и управляемость в полете. Разумное управление полезной нагрузкой, включая выбор легких аксессуаров и рациональное распределение груза, может существенно улучшить показатели дальности полета.

Погодные условия играют важную роль в определении дальности полета дрона. Ветер, дождь, температура и влажность могут значительно повлиять на его эффективность и безопасность. Сильный ветер увеличивает сопротивление воздуха и может заставить дрон использовать больше энергии для поддержания стабильного полета, что сокращает общее время и дальность полета. Дождь и высокая влажность могут повредить электронику дрона и ухудшить его аэродинамические свойства. Низкие температуры приводят к быстрому разряду батареи, так как химические реакции в аккумуляторах замедляются при холоде. Кроме того, экстремальные температуры могут вызвать перегрев или переохлаждение компонентов дрона, что также отрицательно сказывается на его производительности. Перед каждым полетом оператор должен учитывать текущие погодные условия и, при необходимости, корректировать маршрут или отложить полет.

Высота полета дрона оказывает значительное влияние на его дальность. На больших высотах воздух становится разреженным, что снижает эффективность пропеллеров и увеличивает энергопотребление для поддержания высоты. Дроны, предназначенные для полетов на высоких высотах, оснащены более мощными двигателями и оптимизированными аэродинамическими характеристиками, однако даже они сталкиваются с ограничениями по времени и дальности полета. Кроме того, на больших высотах усиливаются ветровые потоки, что может усложнить управление дроном и потребовать дополнительных усилий для стабилизации полета.

В некоторых странах существуют законодательные ограничения на максимальную высоту полета для гражданских дронов, что также необходимо учитывать при планировании миссии. Эти ограничения направлены на обеспечение безопасности воздушного пространства и предотвращение столкновений с другими летательными аппаратами.

Радиопомехи могут значительно ограничить дальность управления дроном и передачу данных между дроном и оператором. Источники радиопомех могут быть различными: от других беспроводных устройств и мобильных телефонов до высоковольтных линий электропередач и метеорологических явлений. Радиопомехи могут вызвать потерю сигнала, задержки в передаче команд или искажение передаваемого видеосигнала.

Современные дроны оснащены системами автоматического переключения на менее загруженные частоты и усилителями сигнала, что

помогает уменьшить влияние помех. Однако в условиях сильных радиопомех, например, в городских зонах с высокой плотностью беспроводных сетей, дальность полета и качество связи все равно могут значительно пострадать. Операторам рекомендуется проводить предварительную оценку радиочастотного окружения и, при необходимости, выбирать менее загруженные области для полетов или использовать дополнительные ретрансляторы сигнала.

Задание 1. Техническая дальность нашего квадрокоптера 50м, максимальное время полета 10 минут. Определите практическую дальность полета, если аппарат находится на испытательном полигоне. Время движения 5 минут.

1. Рассчитать теоретическую скорость по техническим данным.
2. Определить расстояние, которое пролетит квадрокоптер за 5 минут.
3. Запустить квадрокоптер и определить пройденное расстояние.
4. Сравнить теоретические и практические данные (расстояния)
5. Сделать вывод о дальности полета за 5 минут.
6. Сформулировать условия, которые могут увеличить дальность полета.

Таблица 1

№	Техническое расстояние S_1 , м	Техническое время полета t , с	Скорость v , м/с	Практическое время полета t , с	Практическое расстояние S_2 , м	Средняя дальность полета $S_{\text{ср}}$, м
1	50	600		300		
2						
3						

Расчеты:

Цена деления измерительной ленты (или показания датчика движения с учетом цифровой погрешности (смотрим в паспорте датчика)).

$$C = \dots \text{ м}$$

Погрешность для определения расстояния возьмите половине цены деления.

$$\Delta S = \frac{C}{2} = \dots \text{ м}$$

$$\text{Скорость по техническим данным } v = \frac{S_1}{t}$$

$$v = \dots \text{ м/с}$$

Условия, которые могут увеличить дальность полета (примерный предполагаемый ответ учащихся обсуждается совместно с учителем)

Оптимизация веса

Оптимизация веса дрона является ключевым фактором для увеличения его дальности полета. Чем легче дрон, тем меньше энергии ему требуется для

поддержания полета, что напрямую влияет на продолжительность и дальность полета.

1. Использование легких материалов: при выборе дрона обратите внимание на модели, изготовленные из легких и прочных материалов, таких как углепластик или магниевые сплавы. Эти материалы обеспечивают надежность конструкции при минимальном весе.
2. Минимизация полезной нагрузки: убедитесь, что дрон оснащен только необходимым оборудованием. Избегайте установки дополнительных аксессуаров, которые могут увеличить вес и сократить время полета. Если вам нужны дополнительные устройства, такие как камеры или датчики, выбирайте легкие модели.
3. Удаление лишних компонентов: если у вашего дрона есть съемные компоненты, которые не требуются для конкретной миссии, удалите их. Это может включать защитные кожухи для пропеллеров, дополнительные крепления и другие аксессуары.
4. Регулярное техническое обслуживание: проводите регулярное техническое обслуживание дрона, чтобы убедиться, что все компоненты работают эффективно. Заменяйте изношенные или поврежденные части, так как они могут увеличивать вес и снижать аэродинамику.

Правильное использование батарей

Эффективное управление батареями – это еще один важный аспект для увеличения дальности полета дрона. Вот несколько рекомендаций по правильному использованию батарей:

1. Полная зарядка: перед каждым полетом убедитесь, что батарея полностью заряжена. Это позволит максимально использовать ее емкость и продлить время полета.
2. Хранение батарей: храните батареи в прохладном и сухом месте, избегая прямого солнечного света и высоких температур, которые могут повредить батарею и снизить ее емкость.
3. Калибровка батарей: периодически калибруйте батарею, полностью разряжая и затем полностью заряжая ее. Это помогает поддерживать точность измерения емкости и улучшает общую производительность батареи.
4. Использование режимов энергосбережения: многие современные дроны оснащены режимами энергосбережения, которые помогают оптимизировать потребление энергии. Используйте эти режимы, чтобы продлить время полета, особенно в условиях, требующих экономии энергии.
5. Избегание полного разряда: не допускайте полного разряда батареи, так как это может привести к ее повреждению. Старайтесь заряжать батарею, когда уровень заряда достигает 20-30%.

Учет погодных условий

Погодные условия могут значительно влиять на дальность и безопасность полета дрона.

Учитывая следующие факторы, вы сможете оптимизировать полеты и увеличить их дальность:

1. Ветер: сильный ветер увеличивает сопротивление и требует больше энергии для стабилизации полета. Планируйте полеты в дни с минимальным ветром или летайте на меньшей высоте, где ветровые потоки менее сильны.
2. Температура: экстремальные температуры (как высокие, так и низкие) могут снизить емкость батареи и эффективность работы дрона. Летайте в умеренных температурных условиях, избегая жарких или холодных дней.
3. Осадки: дождь и снег могут повредить электронику дрона и увеличить вес за счет накопления влаги. Избегайте полетов в дождливую или снежную погоду.
4. Влажность: высокая влажность может повлиять на аэродинамические свойства и работу электроники. Планируйте полеты в дни с умеренной влажностью.
5. Солнечная активность: сильное солнечное излучение может вызвать перегрев компонентов дрона и повлиять на его работу. Летайте в утренние или вечерние часы, чтобы избежать пиковых температур.

При планировании каждого полета учитывайте текущие погодные условия и при необходимости корректируйте свои действия для обеспечения максимальной эффективности и безопасности.

Вывод (оформляется после окончания задания 1). Дальность полета квадрокоптера является одним из ключевых параметров, определяющих его функциональность. Мы рассмотрели основные факторы, влияющие на дальность полета, включая емкость батареи, аэродинамику и дизайн, вес и полезную нагрузку, а также внешние условия, такие как погодные условия, высота полета и радиопомехи.

Рассчитали скорость нашего квадрокоптера по техническим данным, получили $v = \dots \text{ м/с}$

Определили практически максимально возможную дальность полета за 5 минут, получили $S_{\text{ср}} = (\dots \pm \Delta S) \text{ м}$. (теоретическое и практическое значение должно совпасть).

Обсудили полезные советы по оптимизации веса, правильному использованию батареи и учету погодных условий, что поможет пользователям максимально эффективно использовать свои дроны и увеличить их дальность полета.

Теоретическая часть к заданию 2

Крейсерский режим полёта - режим полёта летательного аппарата с постоянной скоростью. Основной режим полёта на дальность. Высота при крейсерском режиме может выдерживаться постоянной в процессе полёта или увеличиваться вследствие уменьшения массы самолёта по мере расходования топлива. Крейсерский режим определяется двумя параметрами — скоростью и высотой (или коэффициентом подъёмной силы на крейсерском режиме).

Крейсерский режим полёта является режимом установившегося горизонтального полёта. Это один из основных эксплуатационных режимов для самолётов гражданской авиации. Наиболее экономичным профилем полёта самолёта является полёт с постепенным набором высоты по мере уменьшения полётного веса вследствие выработки топлива в топливных баках — это так называемый режим полёта по потолкам.

Потолок — это максимальная высота, которую может достичь летательный аппарат при определенных условиях и режимах полета.

Динамический потолок летательного аппарата — наибольшая высота полёта, которую можно достичь за счёт запаса кинетической энергии в неустановившемся подъёме и на которой ещё можно создать минимально необходимый для сохранения управляемости скоростной напор. Для достижения динамического потолка летательный аппарат разгоняется до максимальной скорости на какой-либо высоте, меньшей, чем теоретический потолок, а затем выполняет манёвр с набором высоты (горку). Горка - фигура пилотажа, при выполнении которой летательный аппарат набирает высоту с постоянным углом наклона траектории. Выполнение горки, как правило, приводит к потере скорости. В этом случае за счёт того, что запасённая на горке кинетическая энергия суммируется с тягой двигателей можно достичь высот полёта, превышающих теоретический потолок. Сколь-либо длительный полёт на высоте динамического потолка невозможен.

Теоретический потолок (или статический потолок) летательного аппарата — наибольшая высота полета, на которой при максимальной тяге двигателей вертикальная скорость установившегося подъёма равна нулю. Эта высота в применении к вертолётam носит название потолок висения. На этой высоте у летательного аппарата полностью отсутствует избыток тяги. В связи с этим возможности совершать установившийся подъём нет, а горизонтальный полёт возможен только на наивыгоднейшей скорости. В силу острого дефицита избытка тяги любое нарушение режима полёта приводит к значительным потерям высоты, так что практически полёт на теоретическом потолке неосуществим. Достижение теоретического потолка в установившемся подъёме также практически неосуществимо, так как избыток тяги на близких к теоретическому потолку высотах ничтожно мал и для набора оставшейся высоты требуется слишком длительное время.

Практический потолок летательного аппарата - максимальная высота реального применения самолёта. Наибольшая высота, на которой при полёте с постоянной горизонтальной скоростью ещё присутствует избыток тяги (мощности), достаточный для выполнения подъёма с определённой вертикальной скоростью. Эта вертикальная скорость обычно определяется как 0,5 м/с. Показатель практического потолка служит важной характеристикой при сравнении воздушных судов разных видов, а также при контроле качества серийного производства самолётов. Практический потолок на несколько сотен метров меньше, чем теоретический потолок. Как правило, полёты на максимальные расстояния производят на высотах, близких к практическому потолку.

Боевой потолок (наибольшая высота боевого применения) самолёта - наибольшая высота полёта, на которой он способен без потери высоты и скорости выполнять горизонтальный манёвр с некоторым определённым углом крена (поворот вокруг продольной оси вращения). Задача нахождения боевого потолка при заданном угле крена сводится к расчёту предельного установившегося разворота с перегрузкой. Для разных типов самолётов применяемые в определении боевого потолка углы крена различны, но чаще всего они лежат в пределах 15—20°.

Задание 2. Максимальная высота полигона 3 м. Практический потолок 2,5 м. Определить максимальную скорость подъёма квадрокоптера в вертикальном и осуществить крейсерский полет на данном практическом потолке.

1. Определить минимальное время подъема квадрокоптера в строго вертикальном положении.
2. Рассчитать скорость подъема.
3. Запустить квадрокоптер на заданную высоту и осуществить крейсерский полет.

Таблица 2

№	Практический потолок Н, м	Время подъема t, с	Скорость v, м/с	Средняя скорость подъема v _{ср} , М
1	2,5			
2				
3				

Расчеты:

Цена деления измерительной ленты (или показания датчика движения с учетом цифровой погрешности (смотрим в паспорте датчика)).

$$C = \dots \text{ м}$$

Погрешность для определения расстояния возьмите половине цены деления.

$$\Delta H = \frac{C}{2} = \dots \text{ м}$$

Погрешность для определения времени по электронному секундомеру возьмите $\Delta t = 0,2 \text{ с}$.

Время вертикального подъема

$$t_1 = (\dots \pm \Delta t) \text{ с.}$$

$$t_2 = (\dots \pm \Delta t) \text{ с.}$$

$$t_3 = (\dots \pm \Delta t) \text{ с.}$$

$$\text{Скорость подъема } v = \frac{H}{t}$$

$$v_1 = \dots \text{ м/с}$$

$$v_2 = \dots \text{ м/с}$$

$$v_3 = \dots \text{ м/с}$$

$$v_{\text{cp}} = \dots \text{ м/с}$$

Демонстрация крейсерского полета

1. Осуществите маневр «горка» при наборе высоты на потолок.
2. Продемонстрировать крейсерский полет по практическому потолку (2,5 м).
3. Вывести квадрокоптер из крейсерского режима пикированием вниз до высоты 0,3 м от пола полигона.

Вывод. Определили максимальную скорость подъема квадрокоптера на высоту практического потолка 2,5м. Получили $v_{\text{cp}} = \dots \text{ м/с}$. Продемонстрировали крейсерский полет квадрокоптера по практическому потолку.