

УРОК 24. Аэродинамика беспилотных летательных аппаратов.

ЦЕЛЬ урока:

Сформировать у обучающихся представление о применении законов аэродинамики в конструкции и при пилотировании беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

ЗАДАЧИ урока	Планируемые предметные результаты
1) Сформировать первичные представления о конструкции БЛА, характеристиках основных элементов квадрокоптера. 2) Познакомить обучающихся с понятиями «аэродинамика», «подъемная сила», «сила тяжести», «тяга», «лобовое сопротивление». 3) Развитие естественнонаучной грамотности у обучающихся.	- описывать и анализировать конструкцию квадрокоптера, других типов БЛА; - описывать основные технические характеристики пропеллера; - называть и правильно использовать понятия «аэродинамика», «подъемная сила», «сила тяжести», «тяга», «лобовое сопротивление».

ТИП урока: комбинированный урок (45 минут).

ПЛАН урока

1. Организационный момент		1 мин
- Приветствие учащихся - Проверка готовности к уроку		
2. Этап актуализации		3 мин
Предложите обучающимся несколько вопросов по теме предыдущего урока, по домашнему заданию	 * Какие необычные задачи вы придумали для БВС? * К какому классу вы отнесете данный аппарат? Какие подходы к классификации БВС вы можете назвать? В чем их главные отличия? * Какие изобретения дали толчок к развитию БВС?	Беспилотные летательные аппараты: 8-9 классы: учебник / М.В. Луцкий и др. М.: Просвещение. 2025. – 143 с.
3. Этап мотивации и целеполагания		2 мин
Сообщение темы урока. Формулировка цели урока. Отвечая на вопросы, ученики переходят к пониманию темы урока	Тема урока: «Аэродинамика беспилотных летательных аппаратов». - Какова цель урока? В конце урока вы сможете ответить на вопросы: 1. Что удерживает самолёт или квадрокоптер в воздухе, если на них действует сила тяжести? 2. Почему БВС самолётного типа имеют крылья, а квадрокоптеры — винты? Как это влияет на характеристики полета? 3. Как связаны основные законы физики с практическим проектированием и эксплуатацией БВС? 4. Почему форма крыла и корпуса беспилотника играет решающую роль в его полётных характеристиках?	Материалы библиотеки ЦОК: урок №500 «Аэродинамика БЛА» (автор – Николаев С.) 
4. Этап освоения нового учебного материала		20 мин
Предложите обучающимся изучить определения.	Предложите обучающимся ответить на вопросы и подведите к главному: «Как возникает подъемная сила?» 1. Что такое воздух? 2. Как воздух взаимодействует с разными предметами?	

Объясните какие силы действуют на БВС

3. Почему лист бумаги летит медленно, а если его смять, то он сразу упадет?

4. Если руку высунуть в окно движущейся машины и чуть наклонить ладонь вверх, руку начнет поднимать. Почему так происходит?

5. Воздух, обтекающий крыло сверху, проходит более длинный путь, чем снизу. Какая сила действует в данном случае?

6. Какие силы действуют на летательный аппарат?

Воздух — это не пустота, а смесь газов, у которой есть плотность, масса и которая оказывает сопротивление.

Аэродинамика — это наука о том, как воздух взаимодействует с движущимися телами.

Сила тяжести — это сила, с которой тела притягиваются к Земле.

Подъемная сила — это сила, действующая на тело в потоке жидкости или газа в поперечном этому потоку направлении.

Тяга — сила, возникающая в результате выброса массы в одном направлении, что приводит к движению в противоположную сторону.

Рассмотрим два типа БЛА:

– Мультикоптеры (вертолетный тип): подъемная сила создается только винтами. Винты толкают воздух вниз — БЛА летит вверх. Могут висеть на месте.

– БЛА самолетного типа: взлетают с помощью разгона. Подъемная сила создается крыльями, когда аппарат набирает скорость (как бумажный самолетик). Тяга — винтом сзади или спереди.



Четыре силы, которые действуют на БЛА:

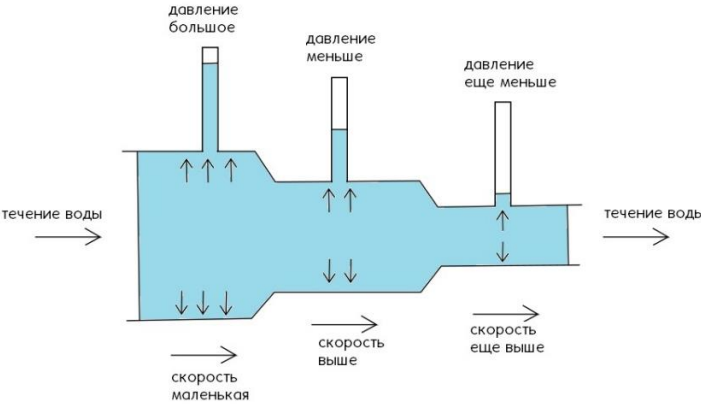
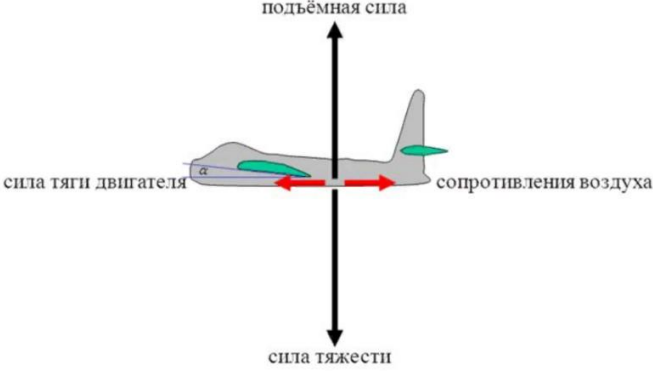
1. Сила тяжести (тянет БЛА вниз, зависит от веса).
2. Подъемная сила (толкает БЛА вверх, возникает при взаимодействии с воздухом).
3. Тяга двигателей (толкает БЛА вперед или вверх).
4. Лобовое сопротивление (воздух мешает лететь, трется о корпус).

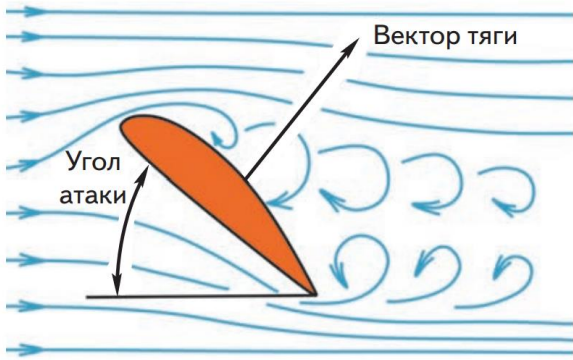
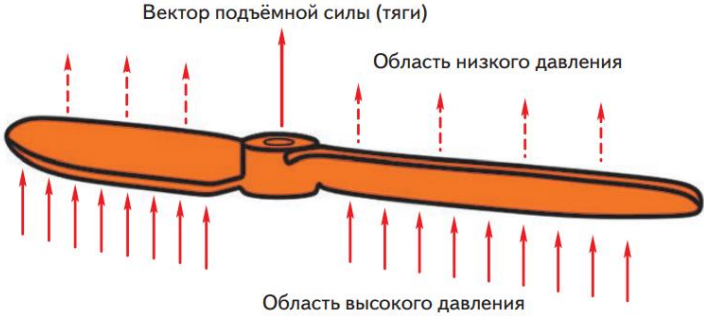


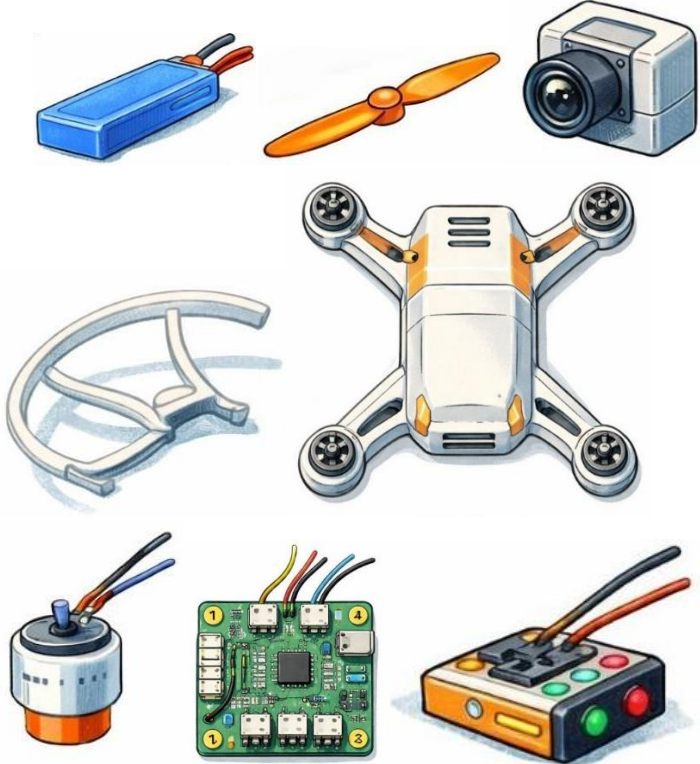
На экране продемонстрировать БЛА самолетного типа (Геоскан 701) и квадрокоптер (Геоскан Пионер Мини 2) и указать силы, которые на них действуют.

Беспилотные летательные аппараты: 8-9 классы: учебник / М.В. Луцкий и др. М.: Просвещение. 2025. – 143 с.



Что такое аэродинамика? Закон Бернулли	Аэродинамика - наука о движении воздуха и о механическом взаимодействии между воздушным потоком и обтекаемыми телами. Основная задача, решаемая аэродинамикой, состоит в определении сил и моментов, действующих на летательный аппарат и его части в тех или иных условиях полета. Одним из фундаментальных законов аэродинамики является закон Д. Бернулли. Данный закон был сформулирован для жидкостей, но он справедлив и для газов. Закон Бернулли Одним из фундаментальных принципов аэродинамики является закон Д. Бернулли, который изначально был сформулирован для жидкостей, но в некоторых случаях применим и к газам. Согласно закону Бернулли, в участках потока жидкости или газа, где скорость возрастает, давление снижается, и наоборот. 	Материалы библиотеки ЦОК: урок №500 «Аэродинамика БЛА» (автор – Николаев С.) 
Аэродинамические характеристики крыла	Крыло в авиационной технике — несущая поверхность, имеющая в сечении по направлению потока профилированную форму и предназначенная для создания аэродинамической подъемной силы. Сила тяжести остается постоянной и включает в себя вес аппарата и силу притяжения. Подъемная сила противодействует силе тяжести и варьируется в зависимости от количества энергии, затрачиваемой на движение вперед. Силе тяги винта противодействует сила сопротивления воздуха (лобовое сопротивление); Лобовое сопротивление – направлено параллельно набегающему потоку (против полета). Сила лобового сопротивления возникает вследствие разности давлений впереди и за крылом, а также вследствие трения воздуха в ПС крыла.  Подъемная сила Описанное уравнением Бернулли явление позволяет объяснить возникновение аэродинамических сил, а главное подъемной силы крыла. При набегающем на тело воздушного потока частицы воздуха обтекают тело. Если поместить крыло в аэродинамическую трубу в подкрашенном потоке воздуха, то можно заметить картину обтекания тела воздухом. Полученная картина называется спектром обтекания.	Демонстрация аэродинамических сил, действующих на БЛА самолетного типа. Материалы библиотеки ЦОК: урок №500 «Аэродинамика БЛА» (автор – Николаев С.) 

	 Установка пластинки под острым углом к потоку воздуха также показывает изменение давления снизу и сверху, что приводит к созданию аэродинамической силы, направленной в сторону области с меньшим давлением — назад и вверх. Величина этой силы зависит от угла атаки, под которым пластинка находится относительно потока воздуха.	
Аэродинамика воздушного винта	Воздушный винт — это механизм с лопастями, который преобразует энергию двигателя в тягу, необходимую для передвижения воздушного судна. Это устройство используется на различных типах воздушных аппаратов, включая самолёты, автожиры, винтокрылы, дирижабли, а также на аппаратах с воздушной подушкой, аэросанях и др.  Лопasti воздушного винта имеют аэродинамический профиль, и при их вращении в воздушной среде наблюдается аналогичное явление, как и при движении крыла. Переход воздуха происходит как по внешнему, так и внутреннему краю лопасти. Поскольку аэродинамическая подъёмная сила возникает из-за различия давлений на верхней и нижней поверхностях лопасти, любое выравнивание этих давлений приводит к потере аэродинамической силы. Длина окружности, по которой движется наружный край лопасти винта, больше длины окружности, по которой движется внутренний край. Из этого следует, что скорость наружного края лопасти относительно воздуха будет выше, чем скорость внутреннего края. Чем дальше от оси вращения находится часть лопасти, тем выше её скорость. На оси вращения скорость равна нулю, а на конце лопасти она максимальна.	Демонстрация сил, действующих на винт. Материалы библиотеки ЦОК: урок №500 «Аэродинамика БЛА» (автор – Николаев С.) 
5. Организация практической работы учащихся 15 мин		
Вводный инструктаж. Выдача задания. Работа выполняется под руководством учителя.	Творческое практическое задание: «Собери квадрокоптер». У учеников есть карточки с деталями квадрокоптера. Они должны будут собрать их в правильной последовательности и описать каждый элемент: его название, назначение, как он взаимодействует с остальными деталями.	Организовать практико-ориентированное задание с учениками. Выполнение заданий проходит в группах 2-5 человек.

		
Обсуждение результатов практической работы.	Представление результатов практической работы каждой группы длится по 1–2 минуты по схеме: 1) Какая основная идея практического задания? 2) Какие знания нам дает выполнение практического занятия? 3) Демонстрация результатов выполненного задания.	Организовать обсуждение проведенной работы в группах по 3–5 человек.
6. Объяснение домашнего задания 1 мин		
Формулировка домашнего задания	1. Найдите в интернете или придумайте название самого необычного по внешнему виду (или форме) БЛА в мире и написать 1–3 предложения о том, зачем ему такая форма.	Домашнее задание, направленное развитие творческого мышления
7. Этап рефлексии 2 мин		
Подведение итогов урока. Обсудите с учащимися	 Закончи фразу: * Сегодня я узнал(а), что БЛА летает благодаря... * Меня удивило, что ... * Самым сложным было понять...	
8. Заключительный момент 1 мин		
• Завершение урока • Уборка рабочих мест		

Электронные ресурсы:

1. Библиотеке ЦОК: урок №500 «Аэродинамика БЛА» (автор – Николаев С.).
<https://academy-content.apkpro.ru/ru/lesson/9d4f4578-70b8-4b3a-9645-2894f7e97d8b?backUrl=%2Fru%2Fcatalog%2F20%2F08%3Fclass%3D08>
2. Беспилотные летательные аппараты: 8–9 классы: учебник / М.В. Луцкий и др. М.: Просвещение. 2025. – 143 с.
<https://prosv.ru/product/trud-tehnologiya-bespiilotnie-letatel-nie-apparati-8-9-kl-variativnii-modul-efu189524202/>