Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №11**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Обтекание плоского крыла воздушным потоком. Угол атаки.   
Силы, действующие на летательный аппарат»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся с системой сил, действующих на летательный аппарат, и точками их приложения. Вводятся понятия центра масс и центра давления. С этих позиций рассматриваются условия аэродинамической устойчивости.

Вводятся понятия «подъемная сила» и «сила лобового сопротивления», а также «аэродинамическое качество».

Рассматриваются условия равновесия летательного аппарата. Анализируются плюсы и минусы классической схемы и схемы «утка».

Во время урока предусмотрено использование различных приемов обучения, современных ТСО, наглядности, презентации Microsoft Power Point.

***ТЕМА УРОКА***: Обтекание плоского крыла воздушным потоком. Угол атаки.   
Силы, действующие на летательный аппарат.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* определить отличие сосредоточенных сил от распределенных;
* ввести понятия «центр масс» и «центр давления»;
* рассмотреть систему сил, действующих на аппарат в полете;
* вывести уравнения равновесия для летательного аппарата.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентация.

***ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА***: компьютер, проектор, экран.

***ВИД УРОКА***: урок «открытия» нового знания.

***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ УРОКА:*** 45 минут.

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ* (5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель побуждает к предположениям о предстоящей теме урока, задавая наводящие вопросы об отличии сосредоточенной нагрузки от распределенной, центрах тяжести и давления, равнодействующей силе. Ожидаемые ответы:

* сосредоточенная сила приложена в точке, а распределенная действует в некоторой области;
* центр тяжести – точка приложения силы веса;
* равнодействующая – векторная сумма приложенных сил;
* для горизонтального полета с постоянной скоростью вес должен равняться подъемной силе, а лобовое сопротивление – силе тяги.

Учащиеся определяют тему и цели урока, а также личностное отношение к предлагаемой теме.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по домашнему заданию:

1. Почему метеозонды запускают «полуспущенными»?
2. Почему в монгольфьерах не используются электронагреватели?
3. Почему коэффициент аэродинамического сопротивления плоской пластины больше 1?
4. Для чего нужны баллонеты в жестких дирижаблях?
5. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (25 минут)

Все силы, с которыми имеет дело физика, можно условно разделить на сосредоточенные и распределенные. Чтобы понять отличие между ними, представим себе тело, на которое действует сила. Будем мысленно «отрезать» от тела его части. Если в процессе этого сила начнет уменьшаться пропорционально отрезанным частям, то такую силу называют распределенной. Сила, не зависящая от изменения состава тела, называется сосредоточенной.

Это деление условно. Представим себе тело, прикрепленное к поверхности с одной стороны и соединенное с растянутой пружиной с другой. Если мы будем отсекать части груза, сила натяжения пружины не изменится. Поэтому для груза сила натяжения пружины – сосредоточенная. Для самой же пружины эта сила является распределенной, т.к. она будет меняться при укорачивании пружины.

Все силы, с которыми предстоит иметь дело нам – распределенные. Они, в свою очередь, подразделяются на объемно-массовые (вес и инерциальные) и поверхностные (аэродинамические).

Как работать с силой, имеющей различные значения во всех точках тела? В большинстве задач такие силы можно заменить равнодействующей, представляющей собой векторную сумму значений во всех точках тела или его поверхности. Алгоритм определения равнодействующей может быть достаточно сложен и требовать компьютерных вычислений, но мы будем рассматривать простейшие случаи.

Кроме модуля и направления равнодействующих имеют большое значение точки их приложения. Эти точки называются «центр масс» (центр тяжести) для объемно-массовых сил и «центр давления» для поверхностных.

Все свои развороты летательный аппарат, как и любое свободное тело, совершает вокруг своего центра масс. Равновесие достигается тогда, когда вектор скорости набегающего потока направлен вдоль прямой, проходящей через оба этих центра, причем от центра масс к центру давления. В этом случае плечо момента L становится нулевым.

Таким образом, большую часть задачи управления летательным аппаратом можно свести к изменению взаимного положения центра масс и центра давления. При этом если смещается главным образом центр масс, то управление называют балансирным, а если центр давления – аэродинамическим.

Как мы уже говорили на первом занятии, Воздушный поток оказывает давление на преграду, направленное в каждой точке перпендикулярно ее поверхности. Равнодействующую сил этого давления разложим на две составляющие, получившие названия подъемной силы (Fy) и лобового сопротивления (Fx). Соотношение между ними получило название аэродинамического качества.

Его значение зависит от угла α, под которым поток обтекает нашу плоскость. Этот угол получил наименование «угол атаки».

Помимо аэродинамических сил, на аппарат также действует вес и (в случае наличия) тяга двигателя. Рассмотрим схему расположения данных сил. Выше мы говорили, что скорость потока направлена от центра масс к центру давления. Это означает, что для устойчивого равновесия центр масс должен быть впереди центра давления. С учетом этого строим схему приложения сил для прямолинейного горизонтального полета (mg – вес, Fт – приложенная в центре давления сила тяги двигателя, Fx и Fy – компоненты аэродинамической силы). В результате видим, что такая система сил при нулевой равнодействующей создает момент, опускающий нос самолета.

Чтобы избежать такой ситуации требуется дополнительная сила, либо поднимающая нос, либо опускающая хвост. Для ее создания служит горизонтальное оперение, расположенное в хвосте (классическая схема) или в носу (схема «утка»).

С точки зрения прочности схема «утка» выгоднее, т.к. создает меньше поперечных нагрузок на конструкцию. Но она используется редко ввиду дополнительных проблем с аэродинамикой, к которым вернемся позже.

Безмоторные аппараты (планеры) не имеют собственного источника тяги. Вместо этого они используют в качестве тяги составляющую подъемной силы, направленную вперед. Для этого планер должен постоянно снижаться относительно окружающего его воздуха.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (5 МИНУТ)

Учитель задает контрольные вопросы:

1. Как аэродинамическое качество зависит от угла атаки?
2. Что позволяет планеру не терять высоту в полете?
3. Можно ли обойтись без хвостового оперения?
4. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №13 в рабочей тетради.

Опорный конспект

* 1. Организационный момент (5 минут).
  2. Повторение пройденного материала (5 минут)
  3. Изучение нового материала (25 минут).
  4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений (5 минут).
  5. Домашнее задание (5 минут).

## Список литературы

## Основная литература

1. Мхитарян, А.М. Аэродинамика/ А.М. Мхитарян. - ЭКОЛИТ, 2012.
2. Бережко Е.Г. Введение в физику космоса/ Е.Г. Бережко. - ФИЗМАТЛИТ, 2014.
3. Хомич Е.О. Космос/ Е.О. Хомич. - АСТ, 2016.
4. Авдеев Ю.Ф. Космос, баллистика, человек/ Ю.Ф.Авдеев. - Высшая школа, 2013.
5. Граве И.П. Внутренняя баллистика. Пиродинамика/ И.П. Граве. - 2014.
6. Дэвис Л., Внешняя баллистика ракет / Л.Девис, Дж. Фоллин, Л. Блитцер. - Воениздат, 2000.