Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №4**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Строение земной атмосферы»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся со структурой атмосферы Земли, зависимостью давления и температуры воздуха от высоты, корреляцией скорости ветра с распределением температуры по высоте.

Зависимость температуры от высоты имеет сложную структуру, на которую влияют процессы поглощения отдельных частот солнечного спектра озоновым экраном, ионизация верхних слоев. С графиком изменения температуры коррелирует средняя скорость ветра на различных высотах.

Зависимость атмосферного давления от высоты описывается обратной экспонентой.

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

***ТЕМА УРОКА***: Строение земной атмосферы.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* более подробно ознакомиться со структурой атмосферы;
* изучить зависимость параметров атмосферы от высоты.

***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 о строении атмосферы. Ожидаемые ответы: атмосфера имеет слоистое строение, давление с высотой уменьшается.

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 проекты Леонардо да Винчи неработоспособны?
2. В чем преимущество аэродромической машины М.В. Ломоносова перед аэростатом?
3. Почему местное давление в совпадающих узлах Эйлеровой и Лагранжевой сеток различно?
4. Почему Эйфель и Прандтль получили разные коэффициенты сопротивления сферы?
5. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (25 минут)

До сих пор нет единого мнения о том, что считать верхней границей атмосферы. Если еще раз посмотреть на формулу аэродинамической силы, то мы увидим, что она включает комплекс из скорости полета и плотности воздуха, который принято называть скоростным напором .

Мы знаем, что плотность воздуха с высотой уменьшается. Чтобы произведение сохраняло значение при уменьшении одного множителя требуется, чтобы второй (скорость) возрастал. На некоторой высоте для этого придется лететь с первой космической скоростью. Эту границу, порядка 100 км, называют линией Кармана.

Но ее нельзя однозначно считать верхней границей атмосферы. Международная космическая станция летает на высоте порядка 350÷400 км. Периодически приходится включать двигатель и поднимать орбиту из-за торможения в очень разряженной, но влияющей на нее атмосфере.

Изменение давления с высотой практически у всех атмосферных планет подчиняется единому экспоненциальному закону , где

P0 – давление на поверхности;

h – высота;

k – индивидуальный коэффициент для каждой атмосферы.

График изменения температуры с ростом высоты индивидуален для каждой планеты и зависит, главным образом, от химического состава на данной высоте.

В случае Земли выделяют несколько слоев:

1. Тропосфера. Простирается до высоты 8 ÷ 18 км в зависимости от времени года и географической широты (меньше на полюсах и больше на экваторе). Температура в тропосфере с высотой снижается примерно на 6.5℃ на каждый километр.
2. Стратосфера. Расположена над тропосферой до высоты 50 км. Температура в нижней части (до 25 км) остается практически постоянной. Далее температура растет и на высоте около 40 км достигает 0℃. После этого она практически не меняется до высоты ~55 км.
3. Мезосфера. Простирается до высоты 90 км. Температура в ней снижается на 2.5 ÷ 3℃ на км.

Термосфера. До высоты 800 км. Температура растет до 200 ÷ 300 км. На этой высоте она примерно 1500 К. Далее остается почти постоянной.

Мы видим, что, начиная с верхней стратосферы, график скорости ветра почти повторяет график температуры воздуха. Как можно объяснить этот факт? Для этого вспомним, какую физическую величину мы называем температурой. Со времен М.В. Ломоносова в физике принята молекулярно-кинетическая теория, согласно которой температура – мера кинетической энергии частиц (атомов или молекул) вещества. Таким образом, она связана со скоростью частиц среды. В плотных нижних слоях движение атомов и молекул, преимущественно, хаотическое. Похоже, что в более разряженном воздухе начинает преобладать согласованное движение, т.е. ветер.

Дополнительным фактором, вызывающим различие этих графиков в тропосфере и нижней стратосфере может быть влияние рельефа земной поверхности.

Более подробно структура атмосферы нашей планеты изложена в специализированной литературе. Существуют общепризнанные таблицы «стандартной атмосферы», используемые в аэродинамических расчетах. В них с определенным шагом по высоте приводятся значения температуры, давления и плотности воздуха.

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

Учитель задает контрольные вопросы:

1. Теплый воздух поднимается вверх. Почему температура с высотой в тропосфере снижается?
2. С чем связан рост температуры в верхней стратосфере?
3. Почему в атмосфере не происходит расслоения газов, обладающих различным молекулярным весом?
4. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №6 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.