Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА № 15**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

**«Закон Бернулли»**

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся с понятиями «пьезометрический напор», «скоростной напор», «полный напор», «трубка тока». Зависимость давления в среде от скорости ее движения объясняется геометрически.

Рассматривается уравнение неразрывности потока, понятие «полное сечение потока».

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

***ТЕМА УРОКА***: Закон Бернулли.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

- выполнить практическую работу №6;

- воспитать логическое мышление, внимание, словесно-логическую память;

- развить воображение, сообразительность, познавательный интерес.

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентации.

***РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ***: задание к уроку.

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

***ВИД УРОКА***: урок рефлексии.

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

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ*(5 минут)

Учитель приветствует учащихся.

Учитель сообщает учащимся, что на уроке будет проводиться Практическая работа №6.

Учитель знакомит учащихся с планом предстоящего урока. Проговариваются организационные моменты по проведению занятия: дата, время, вид урока.

Учитель побуждает на постановку целей и определение темы урока учеников, задавая наводящие вопросы.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (5 минут)

Учитель проводит устный опрос учащихся по домашнему заданию:

- определение скоростного напора

- нужна ли трубка Пито-Прандтля в горизонтальном полете;

- применимо ли уравнение неразрывности для описания движения несжимаемой жидкости.

1. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (10 минут)

Учитель объясняет материал по теме урока.

Чем выше скорость потока, тем меньшее давление он оказывает на «боковую» поверхность. Обобщением этого правила является закон Бернулли, который можно считать формой записи закона сохранения энергии для движущегося потока жидкости или газа.

Уравнение в целом можно рассматривать как форму записи закона сохранения механической энергии в потоке.

Размерность всех трех слагаемых – метр. Значит, их можно измерить с помощью линейки.

Обычно в лабораторных условиях для этого используется так называемая «трубка Вентури». Это труба переменного сечения. Поскольку в данном случае она расположена горизонтально, то z = const и ее можно из рассмотрения исключить. При сжатии дозвукового потока его скорость возрастает. При постоянном первом слагаемом и возрастающем третьем второе должно уменьшаться, что и демонстрируют уровни жидкости в вертикальных трубках.

Такие, расположенные перпендикулярно скорости потока, трубки принято называть пьезометрами, а соответствующий уровень жидкости в них – пьезометрическим напором. В уравнении Бернулли ему соответствует второй член: .

Аналогичное уравнение можно применять и в авиации для определения «воздушной» скорости самолета. Для этого используют специальный приемник воздушного давления, именуемый «трубкой Пито - Прандтля». Его отличие от современных трубок Вентури в том, что здесь, помимо боковой трубки «пьезометра» есть отверстие, развернутое против потока, так называемая «трубка полного напора».

Это отверстие позволяет определить величину, соответствующую сумме двух последних слагаемых:.

При аэродинамическом управлении эффективность рулей зависит от величины скоростного напора. Поэтому для определения требуемого угла отклонения руля надо учитывать данную величину. Если полет протекает на фиксированной высоте, Табличное значение плотности воздуха постоянно и его можно учесть без использования трубки Пито – Прандтля.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (20 минут)

Учащиеся совместно с учителем выполняют практическую работу №6:

решение задач на определение скорости в узком сечении трубопровода, расхода и давления воды, пренебрегая потерями напора.

1. *РЕФЛЕКСИЯ* (2 минут)

Учитель проводит беседу с учащимися по пройденному материалу. Уточняет, были ли выполнены первичные цели. Правильно ли была определена тема урока. Учитель спрашивает мнение о проведенном уроке, каждый должен дать ответ в 1-2 предложения: было ему интересно, все понял или что-то вызвало трудности и т.д.

1. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (3 минуты)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №18 в рабочей тетради.

Опорный конспект

1. Организационный момент (5 минут).
2. Повторение пройденного материала (5 минут).
3. Изучение нового материала (10 минут).
4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений(20 минут).
5. Рефлексия (2 минуты).
6. Домашнее задание (3 минуты).

## 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.