Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №29**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

«Теория полета снаряда в пустоте»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

Учащиеся знакомятся со способами стабилизации снаряда в полете. Рассматриваются конструктивные особенности гладкоствольного и нарезного оружия.

В отличие от нарезного, гладкоствольное оружие допускает возможность использования патронов с множеством поражающих элементов (дробь). Это позволяет уменьшить требование к точности наведения (прицеливания).

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

***ТЕМА УРОКА***: Теория полета снаряда в пустоте.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

* Рассмотреть способы стабилизации снаряда в полете.
* Рассмотреть конструктивные особенности гладкоствольного и нарезного оружия.
* Рассмотреть «эффект Магнуса»

***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 полете снаряда из гладкого и нарезного ствола. Ожидаемые ответы:

* точность нарезного оружия выше, чем гладкоствольного;
* гарантировать поражение цели можно за счет увеличения зоны поражения и числа поражающих элементов.

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. Как оптимальный угол бросания зависит от дальности?
2. При каких условиях можно не учитывать зависимость ускорения свободного падения от высоты?
3. Почему приведенные на уроке формулы неприменимы для дальности, превышающей половину окружности Земли?
4. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (30 минут)

На двух предыдущих уроках мы рассмотрели параметры траектории снаряда в параболической и эллиптической теориях. При этом не учитывалось влияние атмосферы на его полет. Сегодня мы совместим материал, изученный в разделе аэродинамики и рассмотренные баллистические формулы.

Из раздела аэродинамики мы знаем, что аэродинамическую силу можно разложить на оказывающую лишь тормозящее действие силу лобового сопротивления и влияющую на траекторию полета подъемную силу. При обтекании осесимметричного тела потоком, направленным вдоль оси симметрии, аэродинамическая подъемная сила равна нулю. Этот факт значительно упрощает расчеты. Но как только появляется ненулевой угол атаки или рыскания, сразу же появляется аэродинамическая сила, уводящая снаряд с рассчитанной траектории.

Одной из характеристик снаряда является его удлинение – отношение длины к диаметру. Исторически первыми снарядами были сферические ярда, для которых эта величина равна единице. Их траектория не зависела от ориентации в полете, что было преимуществом. Но при этом сфера обладает значительным аэродинамическим сопротивлением, что снижало дальность полета.

В наше время снаряды имеют конус-цилиндрическую или оживальную форму. Лобовое сопротивление при осесимметричном обтекании уменьшилось, но появилась проблема. Такая форма делает снаряд аэродинамически неустойчивым, т.к. в полете центр давления находится перед центром масс. Введение хвостового оперения в данном случае не сильно изменит ситуацию, т.к. удлинение снаряда, в отличие от ракеты, мало.

Поэтому для стабилизации снаряда в полете было предложено закручивать его вокруг продольной оси. Почему велосипед не падает при езде? Раскрученные колеса стремятся сохранить ориентацию своих осей неизменной. Такой эффект называют гироскопическим.

Правда, минимизировать лобовое сопротивление таким способом нельзя. Но если удастся исключить самопроизвольное «кувыркание» снаряда в полете, зафиксировав его ось, то появится возможность построить так называемые «таблицы стрельбы», позволяющие определять угол броска на заданную дальность.

Каким способом можно закрутить снаряд? Для этого в канале ствола делают спиральные «нарезы». Технологию их получения мы оставим за рамками нашего курса. За счет силы трения снаряд или пуля приобретает вращательное движение. На это расходуется часть энергии пороховых газов, поэтому скорость на выходе из ствола получается меньше, чем у гладкоствольного оружия. Этот минус компенсируется возросшей точностью оружия.

Почему переход на нарезное оружие не стал повсеместным? Увеличение точности предполагает попадание в точку прицеливания с большей дальности. При этом возрастает время полета снаряда до цели. Соответственно у цели больше возможностей уклониться.

Как только появилось огнестрельное оружие, появилось и решение этой проблемы. Оно состояло в том, чтобы заряжать оружие не одним ядром, а множеством ядер сразу. Так появилась дробь. Экспериментальным путем было установлено, что точность попадания возрастает, если в диаметр ствола помещаются рядом две дробинки. Такая дробь получила название «картечь». Естественно стрельба дробью из нарезного оружия невозможна. Поэтому большинство охотничьих ружей остались гладкоствольными.

Также гладкоствольными являются пушки значительной части современных танков. Но здесь причина другая. Танковое орудие предназначено для стрельбы не только снарядами, но и специальными ракетами, которые «закрутки» не требуют.

В наше время в отдельную категорию выводят «полицейское оружие». Оно, строго говоря, должно не убить человека, а остановить преступника. Такое оружие называют «не летальным». Сюда же логично отнести гражданское оружие.

Использование нарезного оружия выявило один интересный эффект, получивший название «эффект Магнуса». Оказалось, что при боковом ветре снаряды летели дальше цели или, при ветре с другой стороны, недолетали до нее. Как можно это объяснить?

Вращающийся снаряд закручивает воздух вокруг себя, формируя «кольцевой вихрь» или циркуляцию потока. При взаимодействии такого вращательного движения с боковым ветром поток над снарядом, в приведенном случае, тормозиться, а под ним дополнительно ускоряется. Согласно уже изученному нами уравнению Бернулли это приводит к росту давления над снарядом и его уменьшению под снарядом. Последнее приводит к возникновению дополнительной аэродинамической силы, направленной вниз в нашем случае и вверх в случае другого направления вращения снаряда или ветра.

Предпринимались попытки использовать эффект Магнуса для увеличения подъемной силы крыла самолета. Конструктивно такое крыло включает в себя цилиндр, раскручивая который по часовой стрелке, пытались получить прибавку к подъемной силе.

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

Учитель задает контрольные вопросы:

1. Что является недостатком нарезного оружия?
2. В чем состоит эффект Магнуса?
3. Почему стабилизация снаряда вращением не позволяет минимизировать лобовое сопротивление?
4. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (5 минут)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего практического задания для закрепления изученного теоретического материала. Задание №32 в рабочей тетради.

Опорный конспект

* 1. Организационные моменты (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.