Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА № 49**

по программе

**Аэродинамика и баллистика**

На тему:

**«Межорбитальные переходы»**

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

На примере двух- и трехимпульсной схем выведения спутника на геостационарную орбиту рассматриваются некомпланарные межорбитальные переходы. Учащиеся знакомятся с особенностями геостационарной орбиты и задачи вывода на нее.

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

***ТЕМА УРОКА***: Межорбитальные переходы.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

- выполнить практическую работу №14;

- 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 №14.

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:

- преимущества и недостатки трехимпульсной схемы выведения ГСО;

- преимущества и недостатки Гомановской траектории;

- почему при переводе спутника на более высокую орбиту двигатель работает на разгон, а скорость при этом уменьшается.

1. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (10 минут)

Учитель объясняет материал по теме урока.

Согласно первому закону Ньютона, тело сохраняет положение покоя или прямолинейного равномерного движения, если на него не действуют силы или действие этих сил скомпенсировано.

В сторону Земли направлено ускорение, которое мы привыкли именовать ускорением свободного падения. Только это не привычные нам 9.8 м/с2, а значение, определяемое из закона всемирного тяготения.Для этого постоянную всемирного тяготения перемножаем на массу Земли и делим на квадрат радиуса орбиты спутника. Приведенное значение справедливо только для нулевой высоты.

Орбитальная скорость на круговой орбите уменьшается с ростом ее радиуса. При этом длина участка выведения также уменьшается.

Одной из характеристик орбиты является наклонение. Это угол между плоскостью экватора и плоскостью орбиты. Минимальный угол наклонения реализуется при запуске вдоль параллели и равен широте точки старта.

«Гомановская» траектория – по фамилии впервые предложившего ее еще в 1925 году Вальтера Гомана. Эта траектория требует минимального запаса топлива. Ее используют, когда нет жесткого лимита по времени перехода.

По потребному количеству включений двигателя разгонного блока существуют две простейшие схемы выведения - «двухимпульсная» и «трехимпульсная». Обе начинаются с того, что ракета-носитель выводит спутник с разгонным блоком на низкую опорную орбиту.

Как мы уже говорили, спутник на ГСО с Земли виден как висящий над определенной точкой экватора. Поэтому «вывести спутник на геостационарную орбиту» означает не только «поднять его на 36 000 км над экватором», но и установить над заданной точкой. Таких точек стояния на данной орбите сотни, а возможных мест старта ракет-носителей – единицы.

Была рассчитана «типовая», общая для всех точек, траектория выведения. Для доставки в нужную точку и служит низкая опорная орбита. Это – «комната ожидания», в которой спутник с разгонным блоком ждут, пока Земля под ними развернется таким образом, чтобы доставленный на ГСО спутник располагался над назначенной для него точкой стояния.

В случае двухимпульсной схемы такая «точка минимальной скорости» находится на самой геостационарной орбите. Поэтому на опорной орбите спутник получает приращение скорости Δv1, которое отправляет его на эллиптическую орбиту с апогеем на ГСО. В апогее выдается второй разгоняюще-корректирующий импульс, поднимающий перигей на ГСО и изменяющий плоскость орбиты. К преимуществам этой схемы можно отнести тот факт, что время выведения спутника по ней – минимально.

Энергетически более выгодной является трехимпульсная схема. Первый этап вывода по ней повторяет двухимпульсную с той разницей, что первый импульс поднимает орбиту в 2 – 3 раза выше ГСО. В этой наиболее удаленной точке выдается второй импульс, изменяющий плоскость орбиты и поднимающий перигей на высоту ГСО. Третий импульс в этой схеме – тормозящий. Он нужен чтобы опустить апогей до уровня ГСО.

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

Учащиеся совместно с учителем выполняют практическую работу №14:

решение задач на определение запаса топлива разгонного блока при переводе спутника на разные высоты, потребных приращений скорости для осуществления двухимпульсного перехода на геостационарную орбиту с круговой орбиты.

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 №52 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.