

Практическая работа №8

Описание движения искусственных спутников Земли и космических аппаратов.

Цель работы: Рассчитать скорости движения спутников по круговым и эллиптическим орбитам, определить условия, при которых спутники могут столкнуться, оценить последствия возможного столкновения спутников.

Средства обучения: методические рекомендации по выполнению практических работ, калькулятор, Рисунок орбит спутников, калькулятор, циркуль.

Место проведения: учебная аудитория.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткая теоретическая справка

Согласно первому обобщённому закону Кеплера под действием силы притяжения одно небесное тело движется в поле тяготения другого небесного тела по одному из конических сечений - окружности, эллипсу, параболе или гиперболе. Движение искусственных спутников Земли (ИСЗ) также подчиняется этому закону. Мы рассмотрим ИСЗ, которые имеют круговые и эллиптические орбиты.

Скорость спутника на круговой орбите находится по формуле

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

где G – гравитационная постоянная, равная $6,67 \cdot 10^{11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$; $M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ масса Земли, r - радиус орбиты.

При движении по эллиптической орбите скорость спутника будет меняться: скорость тем больше, чем ближе спутник к Земле. Среднее расстояние от спутника до центра Земли равно большой полуоси a эллипса. Используя закон сохранения энергии и третий закон Кеплера, получаем формулу для расчёта скорости движения небесного тела по эллиптической орбите:

$$v = \sqrt{GM \left(\frac{M}{r} - \frac{1}{a} \right)} = v_a \sqrt{\frac{2a}{r} - 1}$$

где G - гравитационная постоянная; M - масса Земли; r - расстояние от центра Земли до рассматриваемой точки орбиты; a - большая полуось эллиптической орбиты;

$V_a = \sqrt{G \frac{M}{a}}$ - средняя круговая скорость эллиптической орбиты.

Радиус орбиты $r_{\text{спутника}}$ отсчитывается от центра Земли, поэтому если указана высота h орбиты спутника над поверхностью Земли, то

$$r_{\text{спутника}} = h + R_{\text{Земли}},$$

$$R_{\text{Земли}} = 6400 \text{ км.}$$

Задания для аудиторной работы

1. Спутник-1", запущенный 4 октября 1957г на орбиту Земли имел перигей 228 км и апогей 947 км при периоде обращения 96,2 мин. Определите большую полуось орбиты.

2. Чему равна большая полуось орбиты Урана, если звездный период обращения этой планеты вокруг Солнца составляет 84 года? Принять расстояние Земли от Солнца и период ее обращения за 1.

Задания для самостоятельной работы

Часть А

Заполните таблицу

Название величины	Обозначение	Единица измерения	Формула
Радиус планеты			
Масса планеты			
Высота			
Постоянная всемирного тяготения			
Первая космическая скорость			
Ускорение свободного падения			

Вариант 1

Часть В

Скорость обращения Земли вокруг Солнца 30 км/с, радиус земной орбиты $1,5 \cdot 10^{11}$ м. По этим данным определите массу Солнца.

Часть С

На какой высоте над поверхностью Земли был запущен искусственный спутник, если он движется со скоростью 7,1 км/с?

Вариант 2

Часть В

Вычислить первую космическую скорость для Луны, принимая радиус Луны 1700 км, а ускорение свободного падения тел на Луне — 1,6 м/с²

Часть С

Высота спутника над поверхностью Земли $h = 2000$ км. Определите его скорость и период обращения.

Контрольные вопросы:

1. Человек на космической станции находится в состоянии невесомости. действует ли на него притяжение Земли?
2. Почему спутник, обращаясь вокруг Земли, не падает на его поверхность?