

## Лекция 1

### 1. Глава 1, брошюры “Космография”

- (a) Движение Земли и основные приближения.
- (b) Долгота и широта, стороны света.
- (c) Небесная сфера.
- (d) Восход и заход звёзд.

## Семинар 1

Задачи 1–12 из брошюры “Космография”.

## Лекция 2

### 1. Глава 2, брошюры “Космография”

- (a) Восход и заход Солнца.
- (b) Зодиак.
- (c) Тропики.
- (d) Полярный круг.
- (e) Полдень.

## Семинар 2

Задачи 13–29 из брошюры “Космография”.

## Лекция 3

### 1. Глава 3, брошюры “Космография”

- (a) Фазы Луны.
- (b) Движение Луны.
- (c) Лунные затмения.
- (d) Солнечные затмения.
- (e) Луна и Солнце на небе.

## Семинар 3

Задачи 30–40 из брошюры “Космография”.

## Лекция 4

### 1. Растущий и убывающий (стареющий) месяц. Объяснение эмпирического правила. Месяц “лодочкой”.

2. Планеты. Блуждающие звёзды.

- (а) Отсутствие “мерцания”.
- (б) Движение планет по небесной сфере.
- (с) Планеты Солнечной системы. Их яркость.

3. Характеристики и масштабы Солнечной системы.

4. Великие противостояния. (Юпитер, раз в 83 года, 2010, Марс, раз в 15 лет) Год Юпитера 11,8622 земных года

$$11.86 = \frac{43}{50} = 11 + \frac{1}{1 + \frac{1}{6 + \frac{1}{7}}}$$

Последовательные приближения 11, 12,  $\frac{83}{7}$ . Противостояния повторяются каждые 83 года (в 2010).

5. Фазы Венеры.

## Семинар 4

### Задача 1

Какая разница между формой солнечного серпа во время затмения и формой обычного лунного серпа?

### Задача 2

Оценить время полного лунного затмения. (угловой размер Луны примерно пол градуса, диаметр Земли, примерно, в 4 раза больше диаметра Луны).

### Задача 3

С какой стороны при затмении надвигается на Солнце чёрный диск Луны – справа или слева?

### Задача 4

На каком краю начинается затмение Луны – на правом или на левом?

### Задача 5

Что притягивает Луну сильнее Солнце или Земля? (Солнце тяжелее Земли в 330000 раз и в 400 раз дальше от Луны, чем Земля).

### Задача 6

Найти среднюю скорость движения Земли по орбите вокруг Солнца (расстояние между Землей и Солнцем 150 млн. км.

### Задача 7

Объясните происхождение фаз Венеры. Есть ли качественное различие между фазами Венеры и фазами Луны? В какой фазе Венера видна максимально яркой “звездой”?

### Задача 8

Какова максимальная высота Венеры над горизонтом в наших широтах? (оценить) А Меркурия?

### Задача 9

Великое противостояние Марса – это момент когда Марс находится ближе всего к Земле. Эти противостояния повторяются примерно каждые 15 лет. Почему?

Подсказка: Земной год равен примерно  $365\frac{1}{4}$  суток, а марсианский - 687 суток ( $687/365\frac{1}{4} \approx 1.88$ ).

### Задача 10

Кольца Сатурна наклонены к плоскости земной орбиты под углом в  $27^\circ$ . Период обращения Сатурна вокруг Солнца примерно 29 лет. Как часто “пропадают” кольца Сатурна (становятся невидимыми земному наблюдателю)?

### Задача 11

Вычислить первую, вторую и третью космические скорости.

## Лекция 5

### 1. Сделанные приближения

- (a) Звёзды неподвижны. На самом деле из-за явления параллакса и из-за движения Земли по орбите ближние звёзды смещаются относительно дальних на углы  $< 1''$ .
- (b) Аберрация. Скорость Земли на орбите вокруг Солнца порядка 30 км/сек. Из-за того, что наблюдатель движется относительно звёзд видимое направление на звезду отличается от истинного на величину порядка  $30/300000 \approx 10^{-4} \approx 20''$ . Этот эффект больше предыдущего, но наблюдать его труднее, так как положение звёзд друг относительно друга не меняется.
- (c) Эллиптичность орбиты Земли (перигелий 147 млн.км., афелий 152 млн.км.). Также есть эффект смещения перигелия (орбита Земли не замкнута).
- (d) Плоскость орбиты Луны наклонена к плоскости эклиптики на угол порядка  $5^\circ$ .
- (e) Либрации. Из-за эллиптичности орбиты вращение Луны вокруг Земли не равномерно и мы видим больше, чем ровно половину поверхности Луны.
- (f) Форма Земли. Слегка сплюснутая сфера (1/3%).
- (g) Прецессия оси вращения Земли (период 25 тысяч лет). Из-за гравитационного поля Луны и эллипсоидной формы Земли.

- 2. Механика. Второй закон Ньютона. Вращательное движение. Угловая скорость, центростремительное ускорение. Центробежная “сила” – фиктивная сила в неинерциальной системе отсчета.

## Семинар 5

### Задача 1

Греческий астроном Аристарх, живший в третьем веке до нашей эры, попытался оценить отношение расстояний от Земли до Солнца и от Земли до Луны. Для этого он измерил “земной” угол в треугольнике Солнце-Земля-Луна в момент, когда Луна в первой четверти (видно пол Луны). Известно, что Аристарх ошибся в несколько десятков раз. Какой угол он должен был получить если бы ему удалось сделать измерение правильно?

### Задача 2

Известно, что угловое положение звезды X изменяется на  $0,01''$  в течение полугода. Оценить расстояние до звезды в парсеках. Оценить чему равен один парсек в километрах и перевести полученное расстояние в километры.

### Задача 3

Секундная стрелка длины 1 см движется равномерно. Найти её угловую скорость. Найти ускорение конца секундной стрелки.

### Задача 4

С каким ускорением движется Луна по орбите вокруг Земли? Земля вокруг Солнца? Спутник на низкой орбите вокруг Земли?

### Задача 5

Кастрюля цилиндрической формы вращается вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega$ . Найти равновесную форму поверхности воды в кастрюле.

## Лекция 6

1. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения Ньютона. Первая космическая скорость.
2. Потенциальная энергия гравитационного поля. Вторая космическая скорость.
3. Импульс и момент импульса. Векторное произведение.
4. Сохранение момента импульса в поле центральных сил.
5. Второй закон Кеплера.

## Семинар 6

### Задача 1

Закон всемирного тяготения  $F = G \frac{Mm}{r^2}$ . Вычислить ускорение свободного падения на поверхности Земли если  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ сек}^{-2}$ , масса Земли  $M_E = 6 \times 10^{24} \text{ кг}$ , а радиус Земли  $R = 6400 \text{ км}$ .

## Задача 2

Обсудить закон сохранения энергии в гравитационном поле. Рассмотреть формулы  $U = mgh$  и  $U = -G \frac{Mm}{r}$ .

## Задача 3

Вычислить первую, вторую и третью космические скорости.

## \*Задача 4

Найти равновесную форму Земли используя модель Земли как жидкого шара.

## Лекция 7

1. Законы Кеплера.
2. Первый закон. Эллипс.
3. Второй закон.
4. Третий закон. Задача о времени падения Луны на Землю.

## Лекция 8

1. Просмотр фотографий полного солнечного затмения 1 августа 2008 года.
2. Гироскопический эффект.
3. Прецессия.
4. Прецессия оси вращения Земли.