

## Образовательный минимум по астрономии за 1 полугодие.

### 1. Теоретическая разрешающая способность телескопа:

$$\alpha = \frac{206265'' \cdot \lambda}{D}, \text{ где } \lambda - \text{ средняя длина световой волны } (5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}), D - \text{ диаметр}$$

объектива телескопа, или  $\alpha = \frac{140''}{D}$ , где  $D$  – диаметр объектива телескопа в миллиметрах.

### 2. Увеличение телескопа:

$$W = \frac{F}{f}, \text{ где } F - \text{ фокусное расстояние объектива, } f - \text{ фокусное расстояние окуляра.}$$

### 3. Высота светил в кульминации:

высота светил в верхней кульминации, кульминирующих к югу от зенита ( $\delta < \varphi$ ):

$$h_{\max} = 90^\circ - \varphi + \delta, \text{ где } \varphi - \text{ широта места наблюдения, } \delta - \text{ склонение светила;}$$

высота светил в верхней кульминации, кульминирующих к северу от зенита ( $\delta > \varphi$ ):

$$h_{\max} = 90^\circ + \varphi - \delta, \text{ где } \varphi - \text{ широта места наблюдения, } \delta - \text{ склонение светила;}$$

высота светил в нижней кульминации:

$$h_{\min} = \varphi + \delta - 90^\circ, \text{ где } \varphi - \text{ широта места наблюдения, } \delta - \text{ склонение светила.}$$

### 4. Астрономическая рефракция:

приближенная формула для вычисления угла рефракции, выраженного в секундах дуги (при температуре  $+10^\circ\text{C}$  и атмосферном давлении 760 мм. рт. ст.):

$$\rho = 58'',2 \cdot \text{tg}(z), \text{ где } z - \text{ зенитное расстояние светила (для } z < 70^\circ).$$

### 5. Время:

звездное время:

$$s = t + \alpha, \text{ где } \alpha - \text{ прямое восхождение какого-либо светила, } t - \text{ его часовой угол;}$$

среднее солнечное время (местное среднее время):

$$T_m = T_\odot + \eta, \text{ где } T_\odot - \text{ истинное солнечное время, } \eta - \text{ уравнение времени;}$$

всемирное время:

$$T_m = T_0 + \lambda, \text{ где } \lambda - \text{ долгота пункта с местным средним временем } T_m, \text{ выраженная в часовой мере, } T_0 - \text{ всемирное время в этот момент;}$$

поясное время:

$$T_n = T_0 + n, \text{ где } T_0 - \text{ всемирное время; } n - \text{ номер часового пояса (для Гринвича } n=0, \text{ для Москвы } n=2, \text{ для Красноярска } n=6);$$

декретное время:

$$T_d = T_0 + n + 1\text{ч. или } T_d = T_m - \lambda + n + 1\text{ч.}$$

**6. Формулы, связывающие сидерический (звездный) период обращения планеты  $T$  с синодическим периодом ее обращения  $S$ :**

для верхних планет:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T};$$

для нижних планет:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}, \text{ где } T_{\oplus} - \text{ звездный период обращения Земли вокруг Солнца.}$$

**7. Третий закон Кеплера:**

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3, \text{ где } T_1 \text{ и } T_2 - \text{ периоды обращения планет, } a_1 \text{ и } a_2 - \text{ большие полуоси}$$

их орбиты.

**8. Закон всемирного тяготения:**

$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ , где  $m_1$  и  $m_2$  – массы притягивающихся материальных точек,  $r$  – расстояние между ними,  $G$  – гравитационная постоянная.

**9. Третий обобщенный закон Кеплера:**

$$\frac{T^2(m_1 + m_2)}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G}, \text{ где } m_1 \text{ и } m_2 - \text{ массы двух взаимно притягивающихся тел, } r -$$

расстояние между их центрами,  $T$  – период обращения этих тел вокруг общего центра масс,  $G$  – гравитационная постоянная;

для системы Солнце и две планеты:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 \left(\frac{M + m_1}{M + m_2}\right) = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3, \text{ где } T_1 \text{ и } T_2 - \text{ сидерические (звездные) периоды обращения}$$

планет,  $M$  – масса Солнца,  $m_1$  и  $m_2$  – массы планет,  $a_1$  и  $a_2$  – большие полуоси орбит планет;

для систем Солнце и планета, планета и спутник:

$$\frac{T_1^2(M + m_1)}{a_1^3} = \frac{T_2^2(m_1 + m_2)}{a_2^3}, \text{ где } M - \text{ масса Солнца; } m_1 - \text{ масса планеты; } m_2 - \text{ масса}$$

спутника планеты;  $T_1$  и  $a_1$  – период обращения планеты вокруг Солнца и большая полуось ее орбиты;  $T_2$  и  $a_2$  – период обращения спутника вокруг планеты и большая полуось его орбиты;

при  $M \gg m_1$ , а  $m_1 \gg m_2$ ,

$$\frac{M}{m_1} = \frac{a_1^3 \cdot T_2^2}{a_2^3 \cdot T_1^2}.$$

**10. Линейная скорость движения тела по параболической орбите (параболическая скорость):**

$$v_p = \sqrt{\frac{2GM}{r}}, \text{ где } G - \text{ гравитационная постоянная, } M - \text{ масса центрального тела, } r -$$

радиус-вектор избранной точки параболической орбиты.

**11. Линейная скорость движения тела по эллиптической орбите в избранной точке:**

$$v = \sqrt{GM \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}, \text{ где } G - \text{ гравитационная постоянная, } M - \text{ масса центрального тела,}$$

$r$  – радиус-вектор избранной точки эллиптической орбиты,  $a$  – большая полуось эллиптической орбиты.

**12. Линейная скорость движения тела по круговой орбите (круговая скорость):**

$$v_c = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \frac{v_p}{\sqrt{2}}, \text{ где } G - \text{ гравитационная постоянная, } M - \text{ масса центрального тела,}$$

$R$  – радиус орбиты,  $v_p$  – параболическая скорость.

**13. Эксцентриситет эллиптической орбиты, характеризующий степень отклонение эллипса от окружности:**

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}, \text{ где } c - \text{ расстояние от фокуса до центра орбиты, } a - \text{ большая полуось}$$

орбиты,  $b$  – малая полуось орбиты.

**14. Связь расстояний перицентра и апоцентра с большой полуосью и эксцентриситетом эллиптической орбиты:**

$$r_{\Pi} = a(1 - e), \quad r_A = a(1 + e), \quad a = \frac{r_{\Pi} + r_A}{2}, \text{ где } r_{\Pi} - \text{ расстояния от фокуса, в котором}$$

находится центральное небесное тело, до перицентра,  $r_A$  – расстояния от фокуса, в котором находится центральное небесное тело, до апоцентра,  $a$  – большая полуось орбиты,  $e$  – эксцентриситет орбиты.

## Образовательный минимум по астрономии за 2 полугодие.

### 1. Расстояние до светила (в пределах Солнечной системы):

$$D = \frac{206265'' R_{\oplus}}{\rho_0}, \text{ где } R_{\oplus} - \text{ экваториальный радиус Земли, } \rho_0 - \text{ горизонтальный}$$

параллакс светила, выраженный в секундах дуги,

$$\text{или } \frac{D_1}{D_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}, \text{ где } D_1 \text{ и } D_2 - \text{ расстояния до светил, } \rho_1 \text{ и } \rho_2 - \text{ их горизонтальные}$$

параллаксы.

### 2. Радиус светила:

$$R = \frac{\rho R_{\oplus}}{\rho_0}, \text{ где } \rho - \text{ угол, под которым с Земли виден радиус диска светила (угловой}$$

радиус),  $R_{\oplus}$  – экваториальный радиус Земли,  $\rho_0$  – горизонтальный параллакс светила.

### 3. Расстояние до звезд:

$$\text{в парсеках: } r = \frac{1}{\pi}, \text{ где } \pi - \text{ годичный параллакс звезды, выраженный в радианах;}$$

$$\text{в астрономических единицах: } r = \frac{206265''}{\pi}, \text{ где } \pi - \text{ годичный параллакс звезды,}$$

выраженный в секундах дуги;

$$\text{в километрах: } r = \frac{206265'' a}{\pi}, \text{ где } \pi - \text{ годичный параллакс звезды, выраженный в}$$

секундах дуги,  $a$  – средний радиус (большая полуось) земной орбиты.

### 4. Связь блеска звезды и ее звездной величины (формула Погсона):

$$\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)}, \text{ где } I_1 - \text{ освещенность, создаваемая звездой, звездная величина}$$

которой равна  $m_1$ , и  $I_2$  – освещенность, создаваемая другой звездой, звездная величина которой равна  $m_2$ .

### 5. Абсолютная звездная величина:

$$M = m + 5 - 5 \lg R, \text{ где } m - \text{ видимая звездная величина, } R - \text{ расстояние до звезды в}$$

парсеках.

### 6. Закон Стефана–Больцмана:

$$\varepsilon = \sigma T^4, \text{ где } \varepsilon - \text{ энергия, излучаемая в единицу времени с единицы поверхности, } T -$$

температура (в кельвинах), а  $\sigma$  – постоянная Стефана–Больцмана.

### 7. Закон Вина:

$\lambda_{\max} = \frac{0,29}{T}$ , где  $\lambda_{\max}$  – длина волны, на которую приходится максимум излучения абсолютно черного тела (в сантиметрах),  $T$  – абсолютная температура в кельвинах.

### 8. Закон Хаббла:

$v = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = c \cdot z = H \cdot r$ , где  $v$  – лучевая скорость удаления галактики,  $c$  – скорость света,  $\Delta\lambda$  – доплеровское смещение линий в спектре,  $\lambda$  – длина волны источника излучения,  $z$  – красное смещение,  $r$  – расстояние до галактики в мегапарсеках,  $H$  – постоянная Хаббла, равная 75 км / (с·Мпк).

**9. Спектральные классы** — классификация звезд по интенсивности линий в их спектрах в зависимости от физических условий в атмосфере звезды (температура, давление и т. д.). Обозначаются латинскими буквами O, B, F, G, K, M, что соответствует убыванию температуры в пределах приблизительно от 30 000 до 3000 К. Звезды классов O и B голубые, A и F — белые, G — желтые (к этому классу относится Солнце), K — оранжевые, M — красные. Внутри каждого класса выделяют подклассы, их обозначают цифрами от 0 до 9, которые ставятся после соответствующей латинской буквы (например, B5, K9, G2).

**10. Эллиптическая галактика (обозначается E)** — класс галактик с четко выраженной сферической (эллипсоидной) структурой и уменьшающейся к краям яркостью.

**11. Спиральные галактики** - сплюснутые звездные системы с центральным почти сферическим ядром, имеют две или более, часто клочковатых спиральных ветвей.

**12. Неправильные галактики** – галактики, не имеющие никаких особенностей в своей структуре, позволяющих отнести их к последовательности Хаббла. Часто имеют хаотическую форму, без центральной выпуклости или спиральных рукавов.

**13. Карликовые галактики**- галактики низкой светимости, число звёзд в которых в десятки и более раз меньше, чем в нашей Галактике.