

САМАРСКИЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА  
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

---

---

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ  
ЗАОЧНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ  
**SAMRAS-2017**

СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10-11 КЛАССОВ.

ТУР № 2

---

---



Самара, 2017 г.

## *Дорогие Друзья!*

Вашему вниманию в данном релизе представлены 18 оригинальных задач трех уровней сложности – «Новичок» (уровень А), «Знаток» (уровень В) и «Профи» (уровень С). Задачи составлены в соответствии с *Перечнем вопросов, рекомендуемых Центральной предметной методической комиссией Всероссийской олимпиады школьников по астрономии для подготовки обучающихся 10-11 классов к решению задач ее заключительного этапа.*

**При использовании материалов релиза ссылка на документ обязательна!**

*Ссылка:* «Условия конкурсных задач заочной олимпиады по астрономии SAMRAS-2017 среди обучающихся 10-11. Тур № 2». – <http://v937184r.bget.ru/SamRAS.htm>

### **Памятка участника SamRAS-2017**

**1. Официальная страница Астрошколы:**

<http://v937184r.bget.ru/SamRAS.htm>

**2. Официальная группа в VK:**

<http://vk.com/samrasolimp>

**3. Сроки подачи работ SamRAS-2017 тура № 2 на проверку:  
15.02.2017-30.04.2017!!!**

**4. Электронный ящик SamRAS-2017:**

[samrasolimp@mail.ru](mailto:samrasolimp@mail.ru)

**5. Методические указания по решению задач заочной олимпиады по астрономии SamRAS-2017:**

[http://v937184r.bget.ru/AstroSchool/Basic%20Documents/Guide-on-Tasks\[2017\]\\_SamRAS.pdf](http://v937184r.bget.ru/AstroSchool/Basic%20Documents/Guide-on-Tasks[2017]_SamRAS.pdf)

**ИЛИ**

[https://vk.com/doc-57032141\\_437742356](https://vk.com/doc-57032141_437742356)

---

---

# УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

---

---



**Дорогие Друзья!**

Прежде чем приступить к решению задач и оформлению отчета участника заочной олимпиады SamRAS-2017, **внимательно** ознакомьтесь с «**Методическими указаниями по решению задач заочной олимпиады по астрономии SamRAS-2017**»! Электронный адрес последних указан в **Памятке участника.**

**Уровень «Новичок» (уровень А)****Задача № 1. «Луна и созвездия»**

**Условие.** В каких из ниже представленных созвездий (Телец, Рыбы, Цефей, Орион, Секстант, Большая Медведица, Кентавр, Кит, Гидра, Змееносец) Луна не может прибывать в принципе? Свой ответ поясните. (1 балл за созвездие).

**Задача № 2. «Классическая планета и самый большой спутник»**

**Условие.** У какой планеты в Солнечной системе есть самый большой (по размерам) спутник (среди всех спутников всех классических планет)? Как называется этот спутник? Можно ли его наблюдать в г. Самаре в настоящее время (февраль 2017 года)? (3 балла).

**Задача № 3. «Колор равноденствий»**

**Условие.** Что такое колор равноденствий? На каком круге лежат его полюса? Нарисуйте небесную сферу и укажите на ней колор и его полюса. (3 балла).

**Задача № 4. «Гитарист на фоне Солнца»**

На рис. 1 представлена фотография людей на фоне Солнца. Чем примечательна данная фотография с точки зрения астрономии? Оцените расстояние (относительно людей), с которого была сделана фотография, если рост мужчины с гитарой равен среднему росту ( $h = 178$  см) мужчины РФ. (4 балла).

**Задача № 5. «Сила, препятствующая движению метеороида»**

**Условие.** При падении каменного метеороида на поверхность классической планеты последний, как правило, претерпевает действие силы, препятствующей ее движению. Какова природа этой силы? Запишите формулу, определяющую данную силу (для большого метеороида, диаметр которого есть  $O(1$  м)). В окрестности какой классической планеты Солнечной системы данная сила принимает а) максимальное значение? б) минимальное значение? (4 балла).



Рис. 1: Люди на фоне Солнца (автор – Nikunj Rawal).

### **Задача № 6. «Параллаксы Солнца»**

Определите параллакс Солнца, обусловленный а) движением Земли вокруг центра масс системы «Земля-Луна»; б) движением Луны вокруг той же точки. Какова площадь полосы небосвода, в пределах которой будет "блуждать" Солнце относительно эклиптики для земного наблюдателя, благодаря указанному движению? (5 баллов).

### **Уровень «Знаток» (уровень В)**

#### **Задача № 7. «Длина дуги видимой части суточной параллели звезды»**

**Условие.** Определите длину дуги суточной параллели звезды, соответствующей ее видимому движению над горизонтом, как функцию широты местности ( $\varphi$ ) и склонения светила ( $\delta$ ). (6 баллов).

#### **Задача № 8. «Видимость звезды и широта местности»**

**Условие.** Определите географическую широту ( $\varphi$ ) местности, на которой звезда, с склонением  $\delta = +45^\circ$  будет пребывать над горизонтом в течении 17



Рис. 2: Два серпа на дневном небосводе (источник – <https://vk.com/club71074290>).

часов? (7 баллов).

### **Задача № 9. «Эксперимент астрономов-любителей»**

**Условие.** Два астронома-любителя решили провести эксперимент. Они в степи Самарской области разбежались на максимальное расстояние, в пределах прямой видимости и стали светить друг другу одинаковыми светодиодными фонариками сотовых телефонов. Оцените звездную величину, которую будет иметь фонарик, с позиции второго наблюдателя, если его максимальная мощность в видимом свете равна 1 Вт. Сможет ли наблюдатель увидеть свет фонарика невооруженным глазом? Астрономы держали фонарики на уровне глаз, на высоте  $h = 1.8$  м над Землей. (8 баллов).

### **Задача № 10. «Два серпа на дневном небосводе»**

**Условие.** На рис. 2 представлена фотография Луны и нижней планеты с малой фазой. Определите, какая именно планета запечатлена на фотографии? Оцените фазу и фазовый угол данных тел. (8 баллов).

### **Задача № 11. «Высота приливного горба Луны»**

**Условие.** Оцените высоту приливного горба на поверхности Луны, обусловленного приливным действием Земли. Во сколько раз данная величина отличается от соответствующего значения для Земли? (9 баллов).

**№ 12. «Планеты-гиганты и спутник- "невидимка"»**

Определите, какие планеты-гиганты Солнечной системы могут иметь спутник, движущийся по круговой орбите, который при наблюдении с Земли всегда располагается по другую сторону от Солнца относительно материнской планеты, и во время каждого противостояния последней скрывается от земного наблюдателя? При решении задачи может оказаться полезным понятие радиуса сферы Хилла для планеты «1» и его величина, определяемая выражением вида

$$R_{\text{Hill}} = \Delta_{1-2} \left( \sqrt[3]{\frac{1 \mathfrak{M}_1}{3 \mathfrak{M}_2}} - \frac{1}{3} \sqrt[3]{\left(\frac{1 \mathfrak{M}_1}{3 \mathfrak{M}_2}\right)^2} - \frac{1}{9} \left(\frac{1 \mathfrak{M}_1}{3 \mathfrak{M}_2}\right) \right), \text{ при } \mathfrak{M}_1 \ll \mathfrak{M}_2. \quad (1)$$

здесь  $\Delta_{1-2}$  – расстояние между планетой 1 и массивным телом 2;  $\mathfrak{M}_1, \mathfrak{M}_2$  – массы планеты и массивного тела. (10 баллов).

**Уровень «Профи» (уровень С)****Задача № 13. «Незаходящая Луна и заходящее Солнце»**

Определите возможные значения географической широты точек поверхности Земли (с учетом конечности размеров дисков данных тел и явления рефракции), для которых Солнце всегда является восходящим и заходящим светилом, а Луна – незаходящим (по крайней мере 24 часа). (11 баллов).

**Задача № 14. «Изменение поверхностной яркости Солнца»**

Условие. Определите, на сколько процентов изменится поверхностная яркость Солнца на горизонте относительно его положения в зените (для наблюдателя в тропиках) в силу феномена а) рефракции света? б) поглощения света атмосферой Земли? в) в результате одновременного влияния двух факторов? При решении задачи могут оказаться полезными следующие эмпирические формулы:

1. **Беннетта** для определения величины рефракции  $\delta h$  (в угловых минутах) в зависимости от видимой высоты светила  $h_a$  (в градусах):

$$\delta h = \text{ctg} \left( \frac{h_a}{1^\circ} + \frac{7.31^\circ}{h_a + 4.4^\circ} \right), \quad (2)$$

2. **Смартсона** для определения величины рефракции  $\delta h$  (в угловых минутах) в зависимости от истинной высоты светила  $h_0$  (в градусах):

$$\delta h = 1.02 \cdot \text{ctg} \left( \frac{h_0}{1^\circ} + \frac{10.3^\circ}{h_0 + 5.1^\circ} \right). \quad (3)$$

3. **Кастена-Янга** для определения интенсивности ( $\mathcal{I}_{vis}$ ) света от небесного источника у поверхности Земли, регистрируемого наблюдателем:

$$\mathcal{I}_{vis} = \mathcal{I}_0 P^M(z), \quad \text{где} \quad (4)$$

$$M(z) = \frac{1}{\cos z + 0.50572 (96.07995 - z)^{-1.6364}}, \quad (5)$$

здесь  $\mathcal{I}_0$  – интенсивность света того же источника на верхней границе атмосферы;  $P$  – коэффициент прозрачности атмосферы (в нашем случае следует принять  $P = 0.75$ ),  $M(z)$  – **воздушная масса** – отношение оптической толщины атмосферы, проходимой лучами света от источника при его зенитном расстоянии  $z$  (в градусах), к оптической толщине, проходимой при положении источника в зените ( $z = 0^\circ$ ), определяемая формулой (4). Следует полагать, что видимая звездная величина Солнца в зените ( $z = 0^\circ$ ), равна  $m_V^{(0)} = -26.74^m$ . (12 баллов).

### Задача № 15. «Кульминации тройной звезды»

В некотором населенном пункте северного полушария Земли наблюдалась тройная звезда в верхней и нижней кульминациях. В верхней кульминации первая компонента кульминировала к югу от зенита, вторая – точно в зените, третья – к северу от зенита, причем все звезды прошли через меридиан одновременно 23 сентября в 00 часов 20 минут по местному среднему солнечному времени. Из наблюдений удалось определить угловое расстояние между компонентами 1 и 3 –  $d_{13} = 8'$ . В нижней кульминации первая из компонент оказалась под горизонтом, вторая – точно на горизонте, а третья – над горизонтом, на высоте  $h_3 = 5'$ . Определите широту места наблюдения и экваториальные координаты звезд. (13 баллов).

### Задача № 16. «Уравнение для масс двух гравитирующих тел»

**Условие.** Докажите, что для двух гравитирующих тел, движущихся вокруг общего центра масс по эллиптическим орбитам с большими полуосями  $a_1, a_2$ , отношение их масс есть

$$\frac{\mathcal{M}_1}{\mathcal{M}_2} = \frac{a_2}{a_1}. \quad (6)$$

При доказательстве может оказаться полезным уравнение эллипса в полярных координатах. (13 баллов).

### Задача № 17. «Критическая светимость и предельная масса звезды»

**Условие.** Получите аналитические выражения для критической светимости и предельной массы звезды, для которых еще выполняется баланс сил



давления электромагнитного излучения и силы притяжения. Выполните численную оценку результатов и представьте последний в массах Солнца. (14 баллов).

**Задача № 18. «Некоторые свойства двойной звезды Сириус»**

**Условие.** На рис. 3 представлены траектории видимого движения компонент (А и В) двойной звезды Сириус.

1. По видимым положениям Сириуса и его спутника определите период обращения ( $P$ ) звезд вокруг их общего центра масс.

2. Для указанных на рисунке моментов времени измерьте видимые расстояния  $x_1$  и  $x_2$  Сириуса и его спутника относительно траектории видимого движения их центра масс. Определите для каждого  $i$ -го случая  $(x_2/x_1)_i$ , а затем найдите среднее значение отношения  $\langle x_2/x_1 \rangle$ . С использованием результатов решения задачи № 16 настоящего релиза, вычислите отношение больших полуосей  $a_2/a_1$  орбит данных звезд.

3. С использованием третьего обобщенного закона Кеплера вычислите сумму масс Сириуса и его спутника, отношение их масс по формуле (6) и массу каждой компоненты системы "Сириус". Следует учесть, что максимальное видимое угловое расстояние между компонентами равно  $a'' = 7.62''$ , а параллакс звезды –  $\pi'' = 0.377''$ .

4. По видимым звездным величинам звезд (Сириус А –  $m_1 = -1.43^m$ , Сириус В –  $m_2 = +8.6^m$ ), вычислите их абсолютные визуальные звездные величины  $M_V$ .

5. По спектральному классу звезд (Сириус А – А1, Сириус В – А5), с использованием данных раздела «Справочные данные», найдите болометрическую поправку и вычислите болометрическую абсолютную звездную величину ( $M_b$ ) и светимость ( $L$ ).

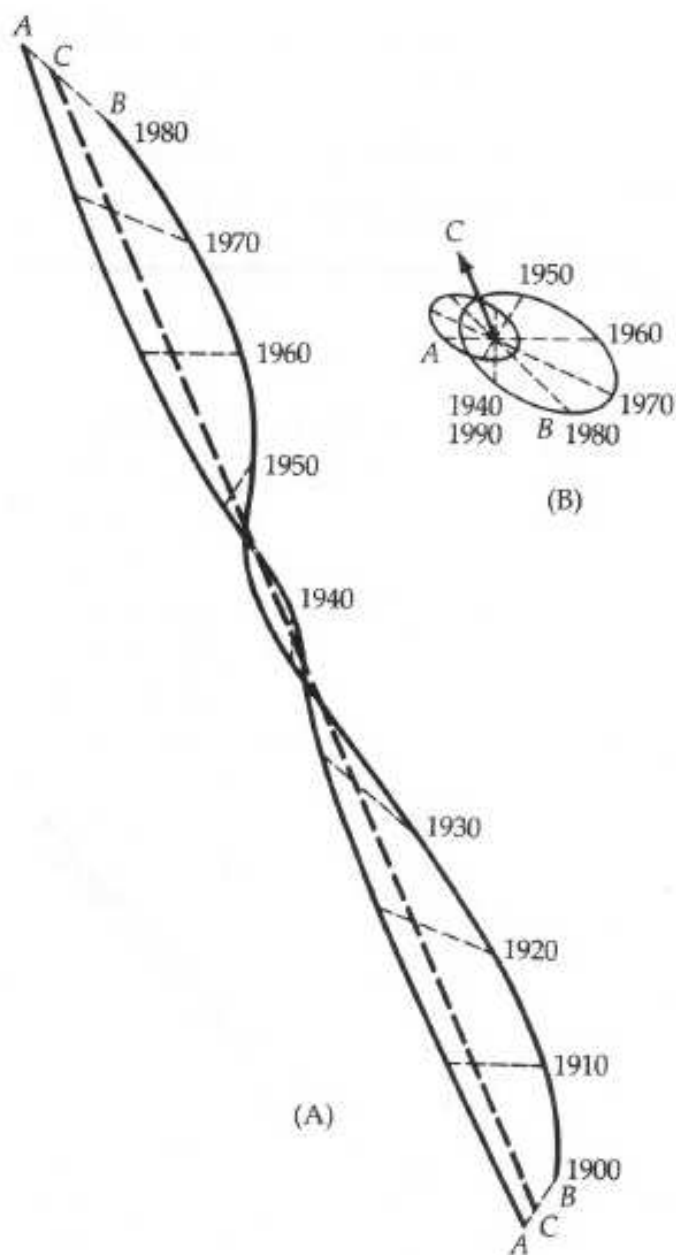


Рис. 3: Траектории видимого движения компонент (А и В) системы "Сириус".

6. Вычислите среднюю плотность звезд системы «Сириус» с использованием значений их радиусов  $\mathfrak{R}_1 = 1.711 \mathfrak{R}_\odot$ ,  $\mathfrak{R}_2 = 0.0084 \mathfrak{R}_\odot$ , где  $\mathfrak{R}_\odot$  – радиус Солнца. Что вы можете сказать о плотности Сириуса В? Какова причина обнаруженной особенности? (15 баллов).

---

---

---

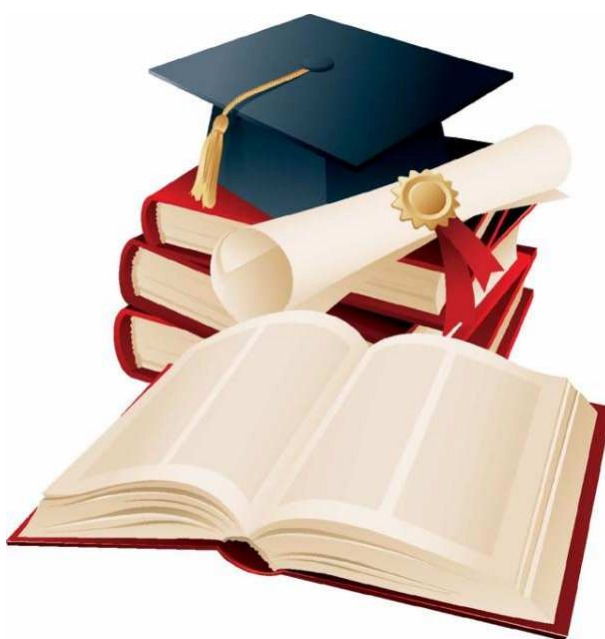
---

---

# СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

---

---



## А.1. Основные физические и астрономические постоянные

- Гравитационная постоянная –  $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
- Скорость света в вакууме –  $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
- Универсальная газовая постоянная –  $R = 8.31 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
- Постоянная Стефана-Больцмана –  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
- Постоянная Авогадро –  $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
- Масса протона –  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- Масса электрона –  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
- Астрономическая единица –  $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
- Парсек –  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
- Постоянная Хаббла –  $H = 72 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$

## А.2. Данные о Солнце

- Радиус –  $6.955 \cdot 10^5 \text{ км}$
- Масса –  $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
- Светимость –  $3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
- Спектральный класс – G2
- Видимая звездная величина –  $-26.74^m$
- Абсолютная болометрическая звездная величина –  $+4.83^m$
- Показатель цвета (B-V) –  $+0.67^m$
- Эффективная температура –  $5778 \text{ К}$
- Средний горизонтальный параллакс –  $8.794''$
- Солнечная постоянная (во всем спектре) на расстоянии Земли –  $1361 \text{ Вт/м}^2$
- Солнечная постоянная (в видимом свете) на расстоянии Земли –  $600 \text{ Вт/м}^2$

## А.3. Данные о Земле

- Эксцентриситет орбиты –  $0.017$
- Тропический год –  $365.24219 \text{ сут}$
- Средняя орбитальная скорость –  $29.8 \text{ км/с}$
- Период вращения –  $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$
- Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000.0 –  $23^\circ 26' 21.45''$

- Средний по объему радиус – 6371.0 км
- Средний экваториальный радиус – 6378.14 км
- Длина земного меридиана – 20004.276 км
- Полярный радиус – 6356.77 км
- Масса –  $5.974 \cdot 10^{24}$  кг
- Средняя плотность –  $5.52 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$
- Объемный состав атмосферы –  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%), Ar ( $\sim 1\%$ )

#### А.4. Данные о Луне

- Среднее расстояние от Земли – 384400 км
- Минимальное расстояние от Земли – 356410 км
- Максимальное расстояние от Земли – 406700 км
- Эксцентриситет орбиты – 0.055
- Наклон плоскости орбиты к эклиптике –  $5^\circ 09'$
- Сидерический (звездный) период обращения – 27.321662 сут
- Синодический период обращения – 29.530589 сут
- Радиус – 1738 км
- Масса –  $7.348 \cdot 10^{22}$  кг или  $1/81.3$  массы Земли
- Средняя плотность –  $3.34 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$
- Визуальное геометрическое альbedo – 0.12
- Видимая звездная величина в полнолуние –  $-12.7^m$

#### А.5. Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \text{tg } x \approx x;$$

$$\sin(x \pm \alpha) \approx \sin \alpha \pm x \cos \alpha;$$

$$\cos(x \pm \alpha) \approx \cos \alpha \mp x \sin \alpha;$$

$$\text{tg}(x \pm \alpha) \approx \text{tg } \alpha \pm \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + n x;$$

здесь  $x \ll 1$ , все углы выражаются в радианах.

## А.6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн. км	а.е.				
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	–
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5

## А.7. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометрич. альбедо	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695500	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	–	$-26.8^m$
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	$-0.1$
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут <sup>†</sup>	177.36	0.65	$-4.4^m$
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	–
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	$-2.0^m$
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	$-2.7^m$
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	$0.4^m$
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час <sup>†</sup>	97.86	0.51	$5.7^m$
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	$7.8^m$

\* для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и среднего противостояния внешних планет;

† – обратное вращение.

## А.8. Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альбедо	Вид. звездная величина*
	кг	км	г·см <sup>-3</sup>	км	сут		
<b>Земля</b>							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
<b>Марс</b>							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~ 10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~ 6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
<b>Юпитер</b>							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7
<b>Сатурн</b>							
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.20	~ 11.0
<b>Уран</b>							
Миранда	$6.33 \cdot 10^{19}$	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.27 \cdot 10^{21}$	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9
<b>Нептун</b>							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685 <sup>†</sup>	0.7	13.5

\* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет;

† – обратное вращение.

## А.9. Диаграмма видимого годовичного движения Солнца по эклиптике

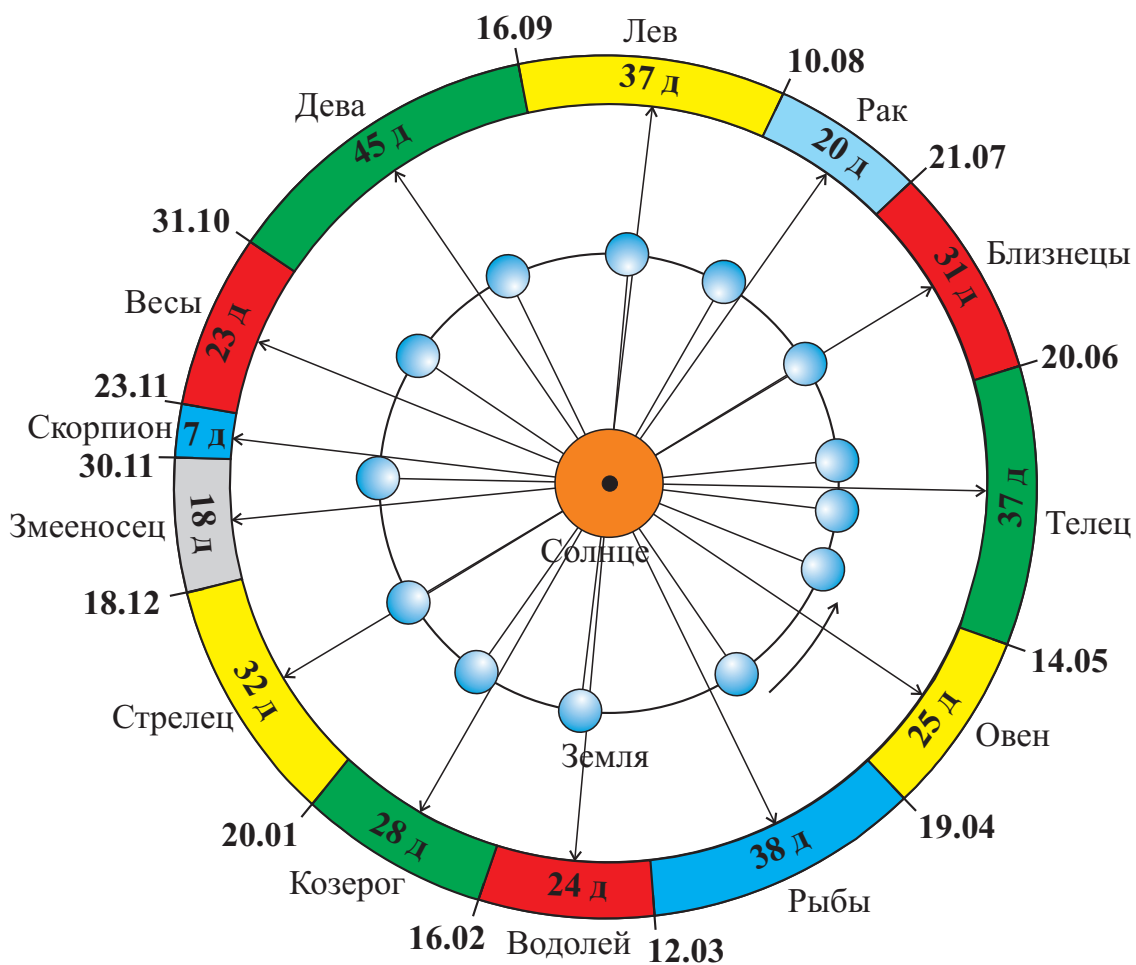


Рис. А.1. Диаграмма видимого годовичного движения Солнца по эклиптике.



## А.10. Некоторые характеристики звезд

### Болометрические поправки $\Delta M_b$

Спектр	$\Delta M_b$	Спектр	$\Delta M_b$		
			Гл. последовательность	Гиганты	Сверхгиганты
B0	- 2.70	F5	- 0.04	- 0.08	- 0.12
B5	- 1.58	F8	- 0.05	- 0.17	- 0.28
A0	- 0.72	G0	- 0.06	- 0.25	- 0.42
A5	- 0.31	G2	- 0.07	- 0.31	- 0.52
F0	- 0.09	G5	- 0.10	- 0.39	- 0.65
F2	- 0.04	G8	- 0.10	- 0.47	- 0.80
		K0	- 0.11	- 0.54	- 0.93
		K2	- 0.15	- 0.72	- 1.20
		K3	- 0.31	- 0.89	- 1.35
		K4	- 0.55	- 1.11	- 1.56
		K5	- 0.85	- 1.35	- 1.86
		M0	- 1.43	- 1.55	- 2.2
		M1	- 1.70	- 1.72	- 2.6
		M2	- 2.03	- 1.95	- 3.0
		M3	- 2.35	- 2.26	- 3.6
		M4	- 2.7	- 2.72	- 3.8
		M5	- 3.1	- 3.4	- 4.0