

САМАРСКИЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ
ЗАОЧНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ
SAMRAS-2017

СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8-9 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 8-9 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 8-9. 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

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

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. «Астроном за любимым делом»**

Условие. Вашему вниманию на рис. 1 представлена фотография астронома-любителя, проводившего астрономические наблюдения.

1. Объекты какого созвездия, вероятнее всего, наблюдал астроном? (1 балл)
2. Какие примечательные объекты данного созвездия Вам известны? Приведите примеры (по одному для каждого типа) туманностей, скоплений звезд, двойных и переменных звезд? (за каждый правильный пример 0.5 баллов)
3. Если астрономом был на наблюдениях, то почему он за компьютером, а не за телескопом? Какие именно наблюдения проводил астроном? (1 балл)

Задача № 2. «Колор солнцестояний»

Условие. Что такое колор солнцестояний? Какие точки небесной сферы являются полюсами данного круга? Нарисуйте небесную сферу и укажите на ней колор и его полюса. (3 балла).

Задача № 3. «Планета с самым быстрым ветром»

Условие. В атмосфере какой классической планеты дуют самые быстрые ветры? Чему равна максимальная скорость ветра? Какой основной источник энергии этих ветров? (3 балла).

Задача № 4. «Потенциальные энергии и их связь»

Условие. Как известно, потенциальная энергия пробного тела в поле силы тяжести Земли определяется выражением вида:

$$U_g = m g h, \quad (1)$$

где m – масса данного тела, g – ускорение свободного падения; h – высота над поверхностью планеты. Потенциальная энергия пробного тела в поле силы притяжения, действующей со стороны Земли на пробное тело, есть

$$U_G = -\frac{G m M_{\oplus}}{(R_{\oplus} + h)}. \quad (2)$$



Рис. 1: фотография астронома-любителя в процессе астрономических наблюдений (источник – <https://vk.com/astrophotography>).

здесь G – универсальная гравитационная постоянная (значение см. в разделе "Справочные данные"); M_{\oplus} , R_{\oplus} – масса и радиус Земли. Какое из представленных выражений является более общим? Свою точку зрения следует обосновать посредством вывода одного выражения из другого. (4 балла).

Задача № 5. «Площадь кратера Платон»

Условие. Оцените по фотографии, представленной на рис. 2, диаметр и площадь лунного кратера Платон. Необходимые данные для Луны следует взять из раздела «Справочные данные». (4 балла).

Задача № 6. «Телескоп астронома-любителя»

Условие. На фотографии рис. 1 отчетливо виден главный инструмент астронома-любителя – телескоп.

1. Какого типа оптический телескоп (рефрактор, рефлектор, зеркально-линзовый) использовал астроном?(1 балл)
2. Какая оптическая схема лежит в основе данного телескопа? Ответ поясните. (2 балла)
3. Какого типа монтировка использована здесь? Почему именно данную монтировку использовал астроном? (2 балла).



Рис. 2: Луна и ее достопримечательности (источник – https://vk.com/astro_samara, Евгений Баранский).

4. Какого вида монтировка использована здесь? Каким недостатком обладает этот вид монтировки? (1 балл)

Уровень «Знаток» (уровень В)

Задача № 7. «Сдвиг астрономических сезонов относительно календарных»

Условие. Какова причина сдвига астрономических сезонов относительно календарных? Через какое приблизительно количество лет (при условии неизменности календаря) день летнего солнцестояния в северном полушарии будет 22 декабря? (6 баллов).

Задача № 8. «Новый почтовый сервис на Луне»

Условие. А Вы знаете, что на Луне, в будущем можно организовать почтовый сервис нового типа? Для этого необходимо использовать электромагнитный рельсотрон (пушку). Если в стальную капсулу заправить почтовую корреспонденцию и выпустить ее из данной пушки, то она может быть доставлена в любую точку поверхности спутника Земли. Оцените время доставки

m	Кол-во звезд	m	Кол-во звезд	m	Кол-во звезд, $\times 10^6$	m	Кол-во звезд, $\times 10^6$
0^m	4	5^m	1602	10^m	0.340	15^m	36.9
1^m	15	6^m	4800	11^m	0.927	16^m	83.7
2^m	48	7^m	14000	12^m	2.46	17^m	182
3^m	171	8^m	42000	13^m	6.29	18^m	374
4^m	513	9^m	121000	14^m	15.5	19^m	733

Таблица 1: количество звезд на всем небе, имеющих блеск ярче указанной звездной величины (Star Numbers, 2001).

корреспонденции с территории моря Лета (см. рис. 2) на территорию моря Краевое. Высота орбиты капсулы не превышает 30 км. (7 баллов).

Задача № 9. «Что есть "Планета-спутник", а что – "Двойная планета"?»

Условие. Определите с точки зрения небесной механики какая из указанных ниже систем является системой "Планета-спутник", а какая – системой "Двойная планета"? Свой ответ следует обосновать строго математически. Рассмотрите в качестве примеров следующие системы: а) «Земля-Луна», б) «Плутон-Харон». Следует учесть, что среднее расстояние между Плутоном и Хароном равно 19571 км, масса и радиус Харона – $\mathcal{M}_{Ch} = 1.586 \cdot 10^{21}$ кг, $\mathcal{R}_{Ch} = 606$ км, масса и радиус Плутона – $\mathcal{M}_P = 1.303 \cdot 10^{22}$ кг, $\mathcal{R}_P = 1187$ км. Прочие данные следует взять из раздела «Справочные данные» (8 баллов).

Задача № 10. «Оптические характеристики телескопа астронома»

Условие. По фотографии рис. 1

1. Оцените диаметр объектива телескопа. (2 балла)
2. С использованием полученного результата оцените минимальное угловое расстояние между компонентами двойной звезды (компоненты которой имеют одинаковый блеск), которую еще можно разрешить в данный телескоп, в принципе. (2 балла)
3. С использованием данных таблицы 1 оцените количество звезд, которые может визуально одновременно наблюдать астроном в свой инструмент, если угловой диаметр поля зрения телескопа равен $D_T'' = 3^\circ$. (4 балла).

Задача № 11. «Собственный источник энергии Юпитера»

Условие. Докажите, что Юпитер обладает собственным источником теплового излучения, если известно среднее расстояние планеты от Солнца – $a_J = 5.204$ а.е., ее сферическое альbedo – $A_J = 0.343$, а средняя температура поверхности планеты равна $t_J = -145^\circ$. Что является источником собственного тепла Юпитера? Во сколько раз мощность данного источника больше полного потока излучения, получаемого планетой от Солнца? Солнечная постоянная для Земли равна $f_\odot = 1361$ Вт/м². (9 баллов).

Задача № 12. «Время дрейфа диска Луны в поле зрения телескопа»

Условие. Луну наблюдают в меридиане (в полнолуние), в неподвижный телескоп с диаметром поля зрения, равным $D_T'' = 1^\circ$. Оцените минимальное и максимальное значения времени дрейфа (видимого перемещения) Луны в поле зрения телескопа (по диаметру). Считать началом времени дрейфа – момент появления диска Луны в поле зрения телескопа, а концом дрейфа – момент исчезновения диска из поля зрения. (10 баллов).

Уровень «Профи» (уровень С)**Задача № 13. «Астрометрический метод и поиск Юпитера»**

Условие. С какого максимального расстояния еще можно обнаружить с помощью астрометрического метода существование Юпитера у Солнца. Разрешающую способность используемого для этих целей телескопа, считать равной $0.05''$ (как у телескопа им. Э. Хаббла). (11 баллов).

Задача № 14. «Земля с борта геостационарного спутника»

Условие. Под каким углом видна Земля с геостационарного спутника? Какую долю небосвода для этого спутника Земля закрывает своим телом? (12 баллов).

Задача № 15. «Таинственный радиосигнал и время задержки»

Условие. Определить из какого созвездия был принят радиосигнал космическим радиоинтерферометром будущего, образованным двумя радиотелескопами, находящимися в четвертой и пятой точках Лагранжа Юпитера, если известно, что он пришел под углом $\alpha = 30^\circ$ к базе, распространяясь в плоскости эклиптики. Оцените время задержки сигнала, пришедшего на второй телескоп. Сигнал был принят второго февраля, когда Юпитер находился в противостоянии. (13 баллов).

Задача № 16. «Кратер Аристарх: его звездная величина и поверхностная яркость»

Условие. Оцените звездную величину кратера Аристарх, расположенного на поверхности Луны (см. рис. 2) в среднее полнолуние для земного наблюдателя, если его диаметр равен $D_A = 40$ км, а геометрическое альbedo $A_A = 2 A_\zeta$, где A_ζ – геометрическое альbedo Луны. Оцените его поверхностную яркость (из расчета на 1 квадратную угловую секунду). Следует учесть, что свет на кратер падает не по нормали. (13 баллов).

Задача № 17. «Астрономический прогноз для классических планет на 2017 год»

Условие. В таблице представлены даты основных конфигураций классических планет Солнечной системы на 2016 год. Опираясь на представлен-

Планета	Конфигурация	Дата
Меркурий	нижнее соединение	28.12.2016
Венера	верхнее соединение	6.06.2016
Марс	противостояние	22.05.2016
Юпитер	соединение	26.09.2016
Сатурн	соединение	10.12.2016
Уран	противостояние	15.10.2016
Нептун	противостояние	2.09.2016

Таблица 2: Основные конфигурации классических планет и соответствующие им даты 2016 года.

ные даты, данные раздела «Справочные данные» и уравнения синодического движения, вычислите даты всех основных конфигураций (в случае нижних планет – верхнее и нижнее соединения, восточная и западная элонгации; в случае верхних планет – противостояние и соединение, восточная и западная квадратуры) данных тел на 2017 год. Результаты представить аналогичной таблицей. Сравните полученные результаты с данными календаря Козловского А.Н.¹ Почему Ваши результаты не всегда совпадают с данными календаря? (14 баллов).

Задача № 18. «Максимальная дальность радиолокации и орбитальные характеристики периферийного тела»

Условие. Предположим, что на земном экваторе запущен в эксплуатацию очень мощный радиотелескоп с чрезвычайно чувствительным приемником радиоволн и поворотной антенной. При его создании предполагалось, что он будет в одиночку использоваться для радиолокации тел Солнечной системы. Определите (как можно точнее): а) максимальную продолжительность одного сеанса радиолокации верхнего тела Солнечной системы, находящегося в противостоянии с Солнцем; б) максимально возможное расстояние, которое можно измерить данным телескопом до такого тела, в рамках одного сеанса. Оцените, во сколько раз при этом интенсивность принятого радиоизлучения от небесного тела меньше интенсивности посланного к нему. Наклоном экватора Земли и наклоном плоскости орбиты тела к эклиптике пренебречь. Альbedo данного тела в радиодиапазоне принять равным единице. Вычислите также большую полуось, период обращения и среднюю орбитальную скорость этого тела вокруг Солнца. Орбиту тела считать круговой. (15 баллов).

¹Его можно найти по адресу <http://images.astronet.ru/pubd/2017/02/10/0001375738/calendar2017.pdf>

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 К
- Средний горизонтальный параллакс – $8.794''$
- Солнечная постоянная (во всем спектре) на расстоянии Земли – 1361 Вт/м^2
- Солнечная постоянная (в видимом свете) на расстоянии Земли – 600 Вт/м^2

А.3. Данные о Земле

- Эксцентриситет орбиты – 0.017
- Тропический год – 365.24219 сут
- Средняя орбитальная скорость – 29.8 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 – N_2 (78%), 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

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

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

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

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

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

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. альbedo	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 [†]	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 [†]	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 ⁻³	км	сут		
Земля							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
Марс							
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
Юпитер							
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
Сатурн							
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
Уран							
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
Нептун							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685 [†]	0.7	13.5

* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет;

† – обратное вращение.

А.9. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике

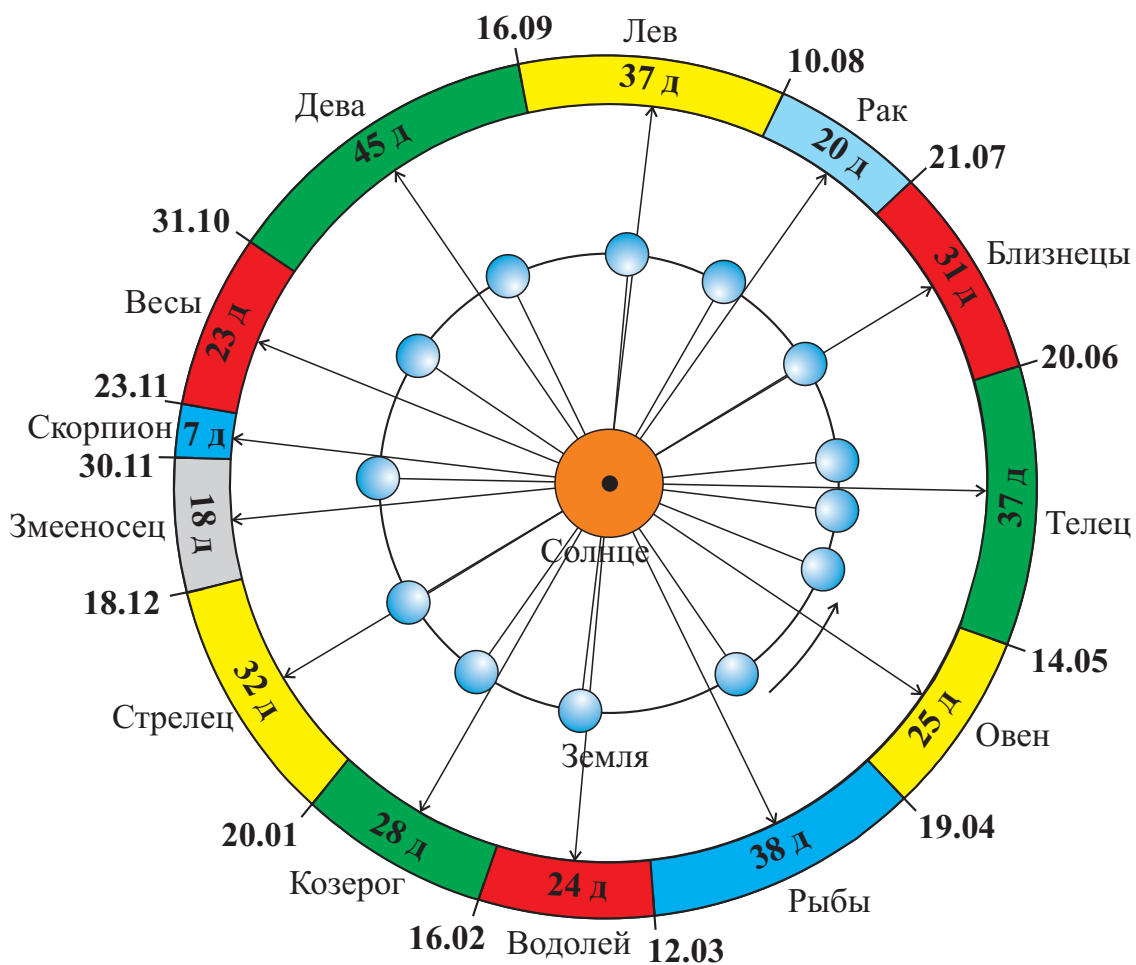


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

А.10. Некоторые характеристики звезд

Болометрические поправки ΔM_b

Спектр	ΔM_b	Спектр	ΔM_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