САМАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ ОТКРЫТОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ им. Ф.А. БРЕДИХИНА

СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7-9 КЛАССОВ.

СЕЗОН: 2020-2021, ТУР № 1

Самара, 2020 г.

Дорогие Друзья!

Вашему вниманию в данном релизе представлены 12 оригинальных задач двух уровней сложности – «Новичок» (уровень А), «Знаток» (уровень В). Задачи составлены в соответствии с ***Перечнем*** *вопросов, рекомендуемых Центральной предметной методической комиссией Всероссийской Олимпиады школьников по астрономии для подготовки обучающихся 7-9 классов к решению задач ее различных этапов.*

При использовании материалов релиза ссылка на документ обязательна!

Ссылка: **«Условия конкурсных задач заочной олимпиады по астрономии ОМОА им. Ф.А. Бредихина среди обучающихся 7-9 классов. Сезон: 2020-2021, Тур № 1». – https://sites.google.com/site/samrasolimp/omoa-tasks**

Памятка участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина

1. ***Официальный сайт Астрошколы***:
https://sites.google.com/site/samrasolimp/

2. ***Официальная группа в VK***:
https://vk.com/bredikhinolimp

3. ***Сроки подачи работ ОМОА им. Ф.А. Бредихина тура № 1 на проверку***:
15.10.2020-30.11.2020!!!

4. ***Электронный ящик Олимпиады:***
samrasolimp@mail.ru

5. ***Руководство зарегистрированного участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина***:

https://sites.google.com/site/samrasolimp/maindocs
или
https://vk.com/bredikhinolimp

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Дорогие Друзья!
Прежде чем приступить к решению задач и оформлению отчета участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина-2021, внимательно ознакомьтесь с «Руководством зарегистрированного участника ОМОА им Ф.А. Бредихина-2021»! Электронный адрес последнего указан в Памятке участника.

Уровень «Новичок» (уровень А)

Задача № 1. «Самая яркая звезда Большой Медведицы»

Как называется самая яркая звезда в созвездии Большая Медведица? В какой части астеризма «Большой Ковш» она расположена? Нарисуйте этот астеризм и укажите местоположение этой звезды. Чему равна ее звездная величина, согласно современным данным наблюдений? Можно ли ее наблюдать ночью в г. Самаре, в период проведения первого тура настоящей Олимпиады? (5 баллов).

№ 2. «Небосвод из шахматных облаков»

Однажды ночью небосвод покрыла большая гряда белых непрозрачных облаков, имеющих форму, близкую к форме квадрата, и расположившихся, подобно белым клеткам на шахматной доске. В просветах между облаками небосвод остался чистым. Какое максимальное количество звезд может увидеть невооруженным глазом наблюдатель, с одного места наблюдений в эту ночь, осматривая небосвод целиком беглым взглядом? Следует считать, что количество облаков, видимых на небосводе, является большим. (5 баллов).

Задача № 3. «Небесные объекты и полеты КА»

Вашему вниманию на рис. 1 представлена мозаика фотографий космических объектов различных типов. Укажите номера тех объектов, в малой окрестности которых уже побывали космические аппараты (КА), созданные человеком. Назовите собственные имена этих объектов и КА, их посещавших. (6 баллов).

Задача № 4. «Тесное сближение лучистой Луны и Марса»

На рис. 2 представлена фотография тесного сближения Луны и Марса, состоявшегося 03.10.2020 года. На фотографии Луна имеет симметричную лучистую структуру, не характерную для визуальных наблюдений. Как можно объяснить ее появление? Что вы можете сказать об устройстве диафрагмы объектива, с помощью которого была получена фотография? Почему такая структура не видна у Марса и ярких звезд, попавших в кадр? Почему при наблюдениях невооруженным глазом мы часто наблюдаем лучистую структуру

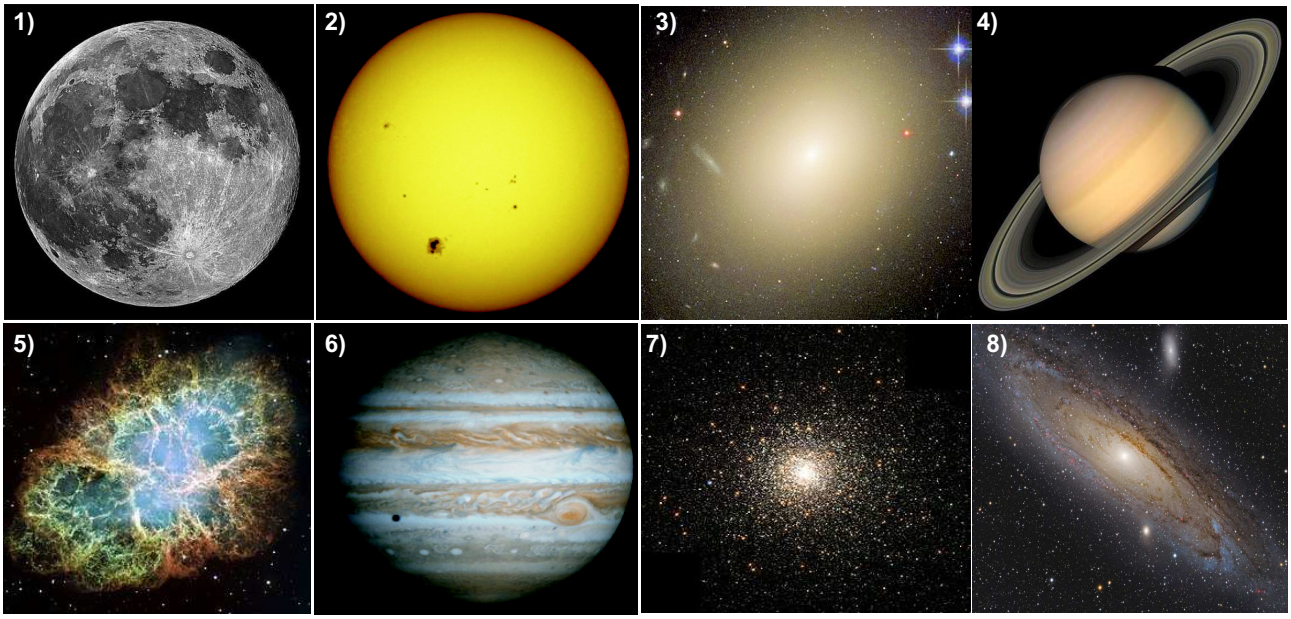


Рис. 1: мозаика космических объектов.

Рис. 2: к определению тесного сближения Луны и Марса 03.10.2020 (автор – Филиппов Юрий).

у ярких звезд и планет? (6 баллов).

Задача № 5. «Угловые размеры Луны и Марса и угловое расстояние между ними»

Определите угловой диаметр: а) Луны на момент съемки (в угл. мин., см. рис. 2), если известно, что Луна в этот момент находилась в апогее своей орбиты, б) Марса на момент съемки, если последний находился на расстоянии 62.157 млн. км от Земли. Во сколько раз угловой диаметр Луны больше соот-

ветствующего параметра Марса? Оцените по фотографии угловое расстояние между Марсом и Луной на момент съемки. (8 баллов).

Задача № 6. «Юлианский календарь и его несовершенство»

Какие принципы исчисления времени заложены в Юлианский календарь? Кто и когда ввел этот календарь в эксплуатацию? Кто был автором-разработчиком этого календаря? В каком году от этого календаря решили отказаться в большинстве развитых стран Европы? Почему? В каком году в России этот календарь был выведен из эксплуатации? Какое количество циклов содержит этот календарь? Чему равны их продолжительности? Вычислите: а) среднюю продолжительность одного юлианского календарного года; б) погрешность (в долях суток и в часах, минутах, секундах), набегающую в этом календаре за один календарный год? в) количество лет, за которые набегает погрешность в одни сутки в данном календаре? (10 баллов).

Уровень «Знаток» (уровень В)

Задача № 7. «Малое солнечное (лунное) гало и его наблюдения»

Определите, на каких широтах (хотя бы раз в год и даже реже) невозможно увидеть полностью над горизонтом малое а) солнечное, б) лунное гало? Угловой радиус этого вида гало составляет 22°. (11 баллов).

Задача № 8. «Сжатие диска Луны и рефракция света»

Определите на кадрах а) и б) рис. 3: 1) величину сжатия (κ) видимого диска Луны; 2) разность углов рефракции (Δz) в нижней и верхней точках видимого диска спутника Земли. 3) Установите связь между κ и Δz. Какой вывод Вы можете сделать на основе полученных результатов. (12 баллов).

Задача № 9. «Ночной дайвинг и свет, уходящий в небо»

Как известно, ночной дайвинг открывает широкие возможности наблюдения за жизнью океана в темное время суток. Для обеспечения связи с надводным катером, дайвер с большой глубины h подает регулярно сигналы-вспышки с помощью компактного сферического фонаря с мощностью излучения P в оптическом диапазоне. Однако не весь свет фонаря, излучаемый в направлении поверхности воды, вырывается в атмосферу. Почему? Определите, интенсивность света, создаваемую фонарем у поверхности воды, как функцию угла α (угла между направлением на точку наблюдения у поверхности воды с позиции дайвера и его отвесной линией). Следует полагать, что интенсивность света, поглощенного водой, прямо пропорциональна толще воды, которую преодолел свет (следует считать известным коэффициент поглощения света (κ), размерность которого м$^{-1}$) и исходной интенсивности света (без учета поглощения света). Чему равен диаметр светового пятна на поверхности воды (в штиль)? Чему равен телесный угол (с позиции дайвера),

Рис. 3: два кадра восхода Луны в Екатеринбурге 02.10.2020 года (автор – Владимир Задумин, источник: https://vk.com/club28313198?w=wall-28313198_403173%2Fall).

в который попадают световые лучи, уходящие в небо? (14 баллов).

Задача № 10. «Интервал между кадрами»

На рис. 3 представлены два кадра восхода Луны над Екатеринбургом ($\varphi_E = 56°50'$) 02 октября 2020 года (автор – Владимир Задумин). Известно, что на момент съемки экваториальные координаты Луны составляли значения ($\delta_☾ = 02°54'$, $\alpha_☾ = 1^h21^m$), а ее геоцентрическое расстояние – 403 тыс. км. Оцените а) экваториальные координаты Солнца на момент съемки; б) интервал времени между моментами создания этих кадров, в) промежуток времени между моментом начала восхода Луны и моментом создания первого кадра. (14 баллов).

Задача № 11. «Короткопериодическая комета и ее орбитальные характеристики»

Определите, в случае короткопериодической кометы, интервал допустимых значений для ее: а) сидерического периода обращения вокруг Солнца, а) эксцентриситета, б) гелиоцентрического расстояния. Между орбитами каких классических планет может, в принципе, располагаться ее афелий, в случае максимально допустимого значения ее сидерического периода? Чему при этом равны значения ее скорости (представленные интервалами) в афелии и перигелии? (14 баллов).

Задача № 12. «Твоя математическая модель неогригорианского календаря»

Предложите свою оригинальную модель исчисления больших промежутков времени (назовем ее «неогригорианский календарь»), которая

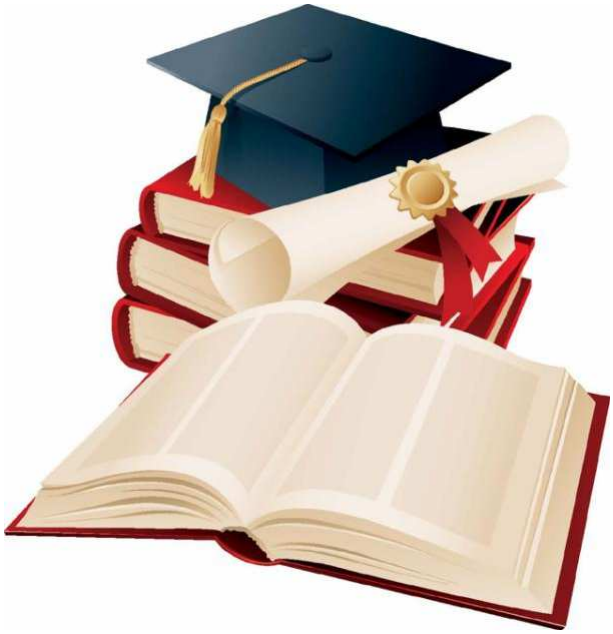
1. Базируется на принципах летоисчисления григорианского календаря и является ее минимальной модификацией.

2. Включает в себя не более трех независимых циклов.

3. Точность календаря должна определяться погрешностью, которая должна быть не более 1 суток, набегающих за 100 тыс. лет.

4. Определите среднюю продолжительность года в вашем календаре и погрешность в долях суток, а также в часах, минутах и секундах, набегающих в нем за один календарный год. (15 баллов).

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ



A.1. Основные физические и астрономические постоянные

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

A.2. Данные о Солнце

- *Радиус* – $6.955 \cdot 10^5$ км
- *Масса* – $1.989 \cdot 10^{30}$ кг
- *Светимость* – $3.827 \cdot 10^{26}$ 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 K
- *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

A.3. Данные о Земле

- *Эксцентриситет орбиты* – 0.017
- *Тропический год* – 365.24219 сут
- *Средняя орбитальная скорость* – 29.8 км/с
- *Период вращения* – 23 часа 56 минут 04 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 г·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* – $5°09'$
- *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 г·см$^{-3}$
- *Визуальное геометрическое альбедо* – 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.		градусы		сут
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	г·см$^{-3}$		градусы		
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 и график для уравнения времени

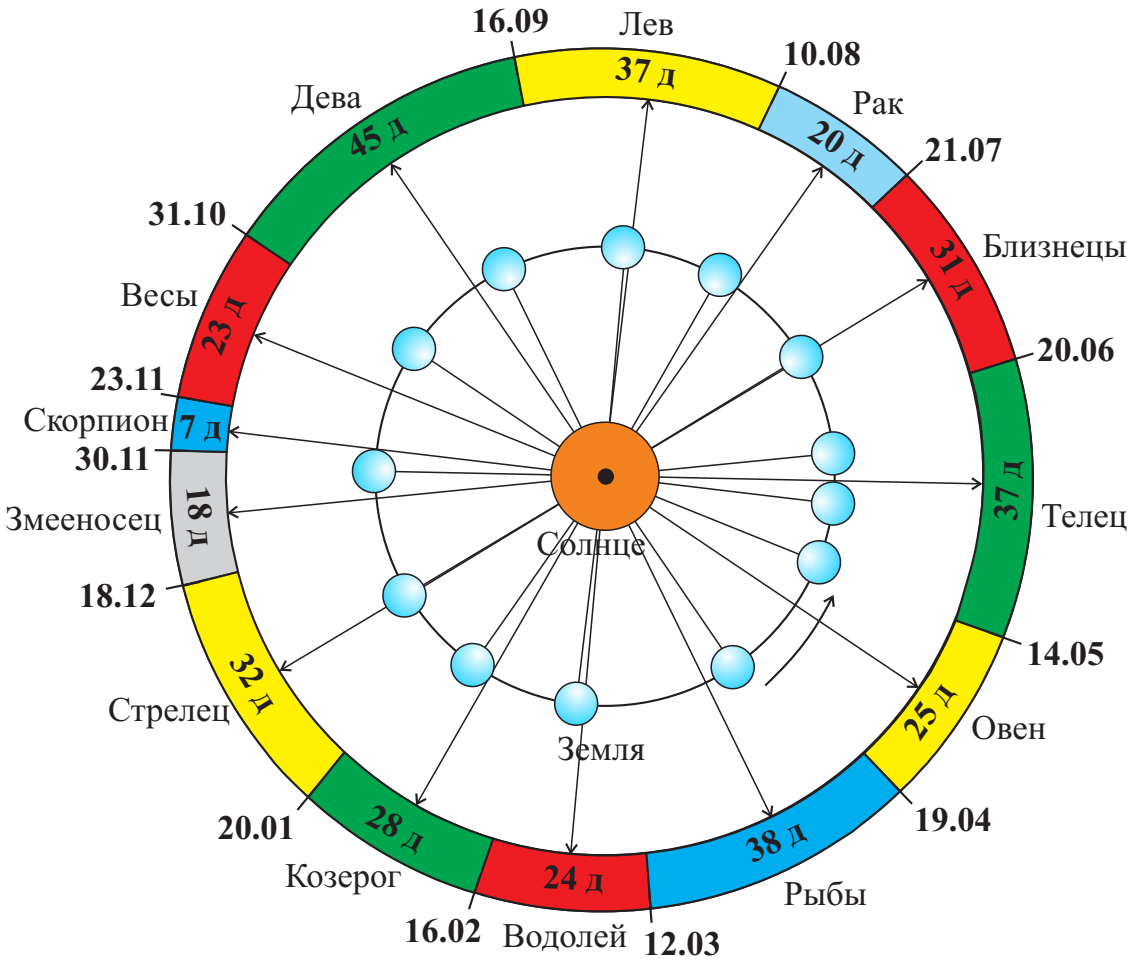


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

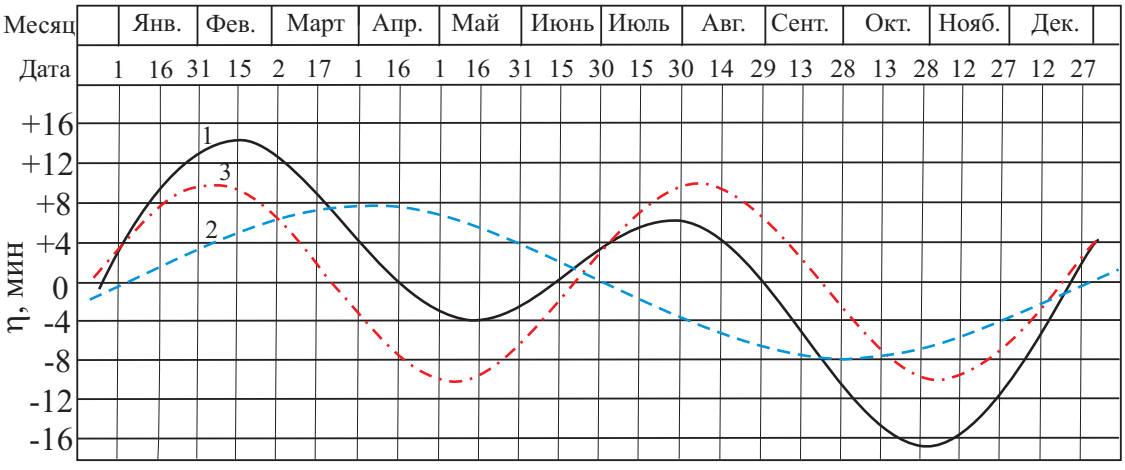


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

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

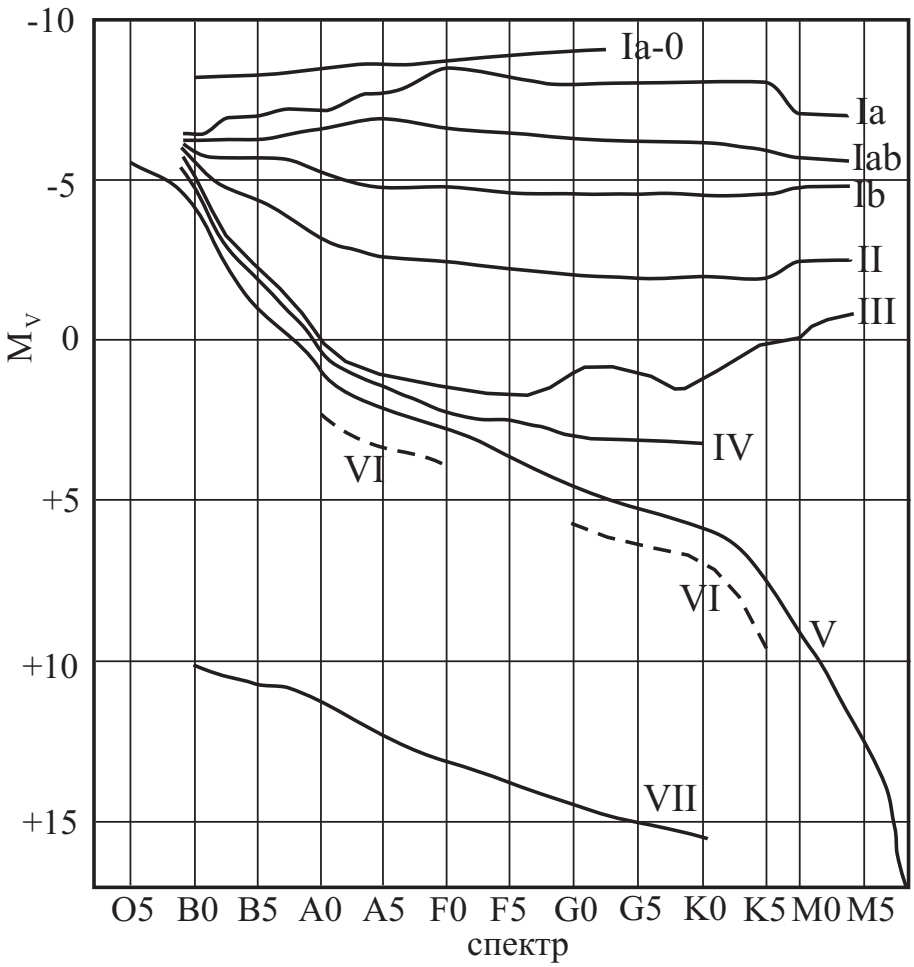


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

Рис. А.4. Таблица Менделеева.