

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: 2022-2023, ТУР № 2**



Самара, 2023 г.

Дорогие Друзья!

Вашему вниманию в данном релизе представлены 10 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: 2022-2023, Тур № 2». – <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 № 2 на проверку:

15.02.2023-31.03.2023!!!

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-2023, **внимательно** ознакомьтесь с **«Руководством зарегистрированного участника ОМОА им Ф.А. Бредихина-2023»!** Электронный адрес последнего указан в **Памятке участника.**

Уровень «Новичок» (уровень А)**№1. «Сириус – ярчайшая звезда самарского ночного небосвода»**

Самой яркой звездой самарского ночного небосвода является Сириус.

1. С использованием лишь его экваториальных координат ($\alpha_* = 06^h45^m$, $\delta_* = -16^\circ43'$) на копии одной из карт звездного неба (см. приложение В.1) укажите его положение на небосводе. В каком созвездии располагается эта звезда? (2 балла)

2. Чему равна высота звезды в верхней кульминации в г. Самаре (широта: $\varphi = 53^\circ12'$, долгота: $\lambda = 50^\circ06'$)? Является ли данная звезда в этом городе незаходящей? (4 балла)

3. Какой сезон года является оптимальным для наблюдений Сириуса на ночном небосводе г. Самары? Свой ответ обоснуйте строго математически. (4 балла)

№2. «Взгляд на Солнце с Сириуса»

С использованием лишь карт звездного небосвода (см. приложение В.1) и экваториальных координат Сириуса (см. условие предыдущей задачи), определите:

1. В каком созвездии должно наблюдаться Солнце, с точки зрения гипотетического наблюдателя, расположенного в малой окрестности Сириуса? Укажите положение Солнца на копии карты звездного неба. (2 балла)

2. Оцените угловое расстояние между Солнцем и самой яркой звездой (с точки зрения земного наблюдателя) этого созвездия. (2 балла)

3. Чему равна видимая звездная величина Солнца с позиции гипотетического наблюдателя, если годичный параллакс Сириуса равен $\pi_* = 0.379''$. Будет ли видно Солнце из окрестностей Сириуса невооруженным глазом? (3 балла)

4. Оцените, во сколько раз Солнце будет ярче/тусклее самой яркой звезды (видимой с Земли) созвездия, на которое оно проецируется? (3 балла)

№3. «Путешествие близнецов»

Два близнеца, рост которых $h = 1.8$ м, сели в две одинаковые лодки и отправились в путешествие морским путем в противоположные стороны. Определите:

1. Какой из горизонтов (видимый или математический) для каждого близнеца будет ближе к их зениту? На сколько (в угловых секундах) один горизонт будет выше другого? (3 балла)

2. Чему равно максимальное расстояние между близнецами, отсчитываемое по поверхности воды, при котором они еще смогут видеть друг друга? (3 балла)

3. Чему равно время взаимного удаления лодок на это расстояние, если скорость движения каждой лодки относительно воды постоянна и равна $v_0 = 8$ км/ч? На море штиль. Землю считать шаром. (2 балла)

№4. «Изменение положения на небосводе ближайших звезд»

Как известно, годичный параллакс ближайшей звезды к Солнцу – Проксима Центавра составляет $\pi = 0.746''$, а разрешающая способность здорового человеческого глаза составляет $\beta_y = 1'$.

1. Оцените, в направлении каких созвездий и на какое минимальное геоцентрическое расстояние (выраженному в а.е.) необходимо переместиться космическому аппарату от Земли, чтобы стали видны невооруженному глазу человека изменения положения звезд на небосводе? (4 балла)

2. Оцените минимальное возможное время, необходимое для передачи сигнала от Земли до КА и обратно, в случае, когда последний достигнет указанного расстояния. (2 балла)

3. Какие небесные тела могут оказаться по соседству с КА в этом положении? (2 балла)

4. Оцените минимальное время полета КА от Земли до данной точки по орбите Гомана-Цандера-Ветчинкина. (4 балла)

Уровень «Знаток» (уровень В)**№5. «Точка весеннего равноденствия и ее "судьба"»**

1. Что такое точка весеннего равноденствия? (1 балл)

2. С использованием карт звездного небосвода (см. приложение В.1), определите: в каком созвездии она располагается сегодня? На копии соответствующей карты укажите ее положение. (2 балла)

3. Почему ее иногда называют точкой Овна? Оцените с использованием лишь карты звездного неба, значений тропического ($T_{\text{тр}} = 365.242188315$ сут) и звездного года ($T_{\oplus} = 365.256363004$ сут) Земли, какое минимальное количество лет тому назад это утверждение было корректным? (5 баллов)

4. Оцените минимальное количество лет спустя от настоящего момента, через которые эту точку можно будет назвать точкой Водолея? (3 балла)

№6. «Прецессия земной оси и эпохи северных полярных звезд»

С использованием лишь карты звездного неба (см. приложение В.1)

1. Постройте круг прецессии, который описывает северный полюс мира на копии соответствующей карты. Укажите на данном круге направление видимого движения полюса мира. Следует при этом полагать, что ось мира в прецессионном движении описывает в пространстве круговой конус с углом раствора $\varepsilon = 23.5^\circ$. Какие созвездия проходит северный полюс мира в течение одного периода прецессии земной оси? (4 балла)

2. Какие яркие звезды (блеск которых $m_* \leq 5^m$) могут выполнять роль Полярной звезды при таком движении (следует относить к таким звездам, к которым полюс мира подходит на расстояние $\Delta \leq 3^\circ$). Оцените, через какое количество лет северный полюс мира подойдет к соответствующей звезде, на минимальное расстояние? (5 баллов)

3. Чему равен телесный угол (в квадратных градусах) полосы небосвода, в котором располагаются "полярные звезды"? (3 балла)

№7. «Одно из первых достижений в истории астрономии»

Одним из первых значимых достижений в истории астрономии является определение угла наклона ε эклиптики к экватору китайским астрономом Чу Конгом в 1100 г. до н. э. Астроном в течение года внимательно наблюдал за тенью гномона, отбрасываемой в ясный полдень. В результате он смог определить высоту Солнца в полдень дня летнего солнцестояния, $h_{\max}^{(s)} = 79^\circ 06' 20''$, и в день зимнего солнцестояния – $h_{\max}^{(w)} = 30^\circ 22' 20''$. Чу Конг догадался, что Солнце в указанные дни располагалось симметрично относительно некоторой средней полосы небосвода (небесного экватора). Именно поэтому разность полуденных высот светила обусловлена лишь отклонением Солнца от этой полосы на угол ε то в одну, то в другую сторону. С использованием данных, полученных Чу Конгом, инструментов астрометрии и современных представлений о видимом движении Солнца

1. Докажите строго математически, что догадка Чу Конга о положении Солнца в дни солнцестояний относительно небесного экватора была верной. (3 балла)

2. Определите угол ε наклона эклиптики к экватору на момент наблюдений. Почему полученное значение не совпадает с сегодняшним значением угла ε_0 ? (2 балла)

3. Определите географическую широту места расположения астронома на территории Китая. (2 балла)

4. Известно также, что Чу Конг выполнил свои наблюдения в стенах древ-



Рис. 1. Карта Древнего Китая.

нейшей обсерватории Китая – Чжоугунской обсерватории, на окраине одного крупного города Древнего Китая, расположенного на территории современной провинции Хэнань. С использованием карты Древнего Китая (см. рис. 1), определите этот город, если его современная долгота составляет $112^{\circ}25'$. (2 балла)

5. Зависимость угла ε на больших временных интервалах уверенно описывается формулой вида:

$$\varepsilon = 23^{\circ}26'21.406'' - 46.836769'' \cdot T - 0.0001831'' \cdot T^2 + 0.00200340'' \cdot T^3 - 0.576'' \cdot 10^{-6} \cdot T^4 - 4.34'' \cdot 10^{-8} \cdot T^5, \quad (1)$$

здесь T – число столетий, прошедших от эпохи J2000.0 (если рассматриваемый момент, предшествует указанной дате, то $T < 0$). Оцените абсолютную погрешность определения Чу Конгом угла ε относительно теоретического значения, полученного по формуле (1). (3 балла)

6. Разгадав город, с использованием точного значения его широты, взятого из Википедии, оцените абсолютную погрешность определения широты, полученной в пункте 3. (2 балла)

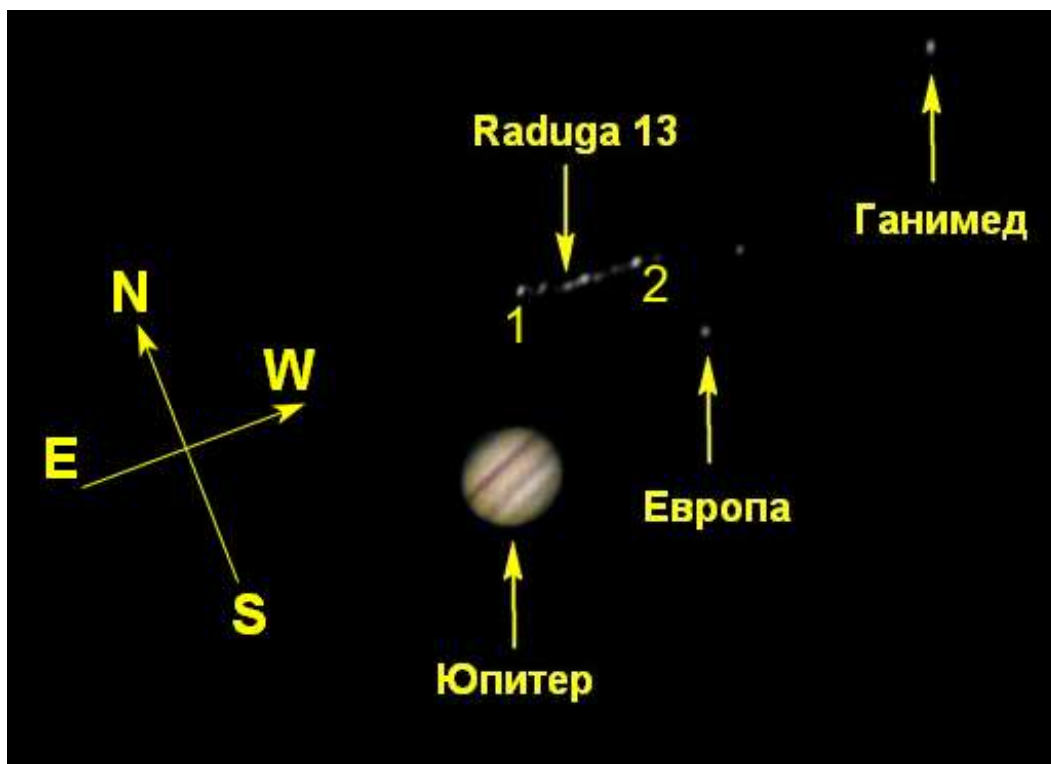


Рис. 2. Тесное сближение Юпитера и геостационарного спутника Raduga-1-3 в июне 2019 года (автор фото – Филиппов Ю.П.). Буквами и стрелками указаны стороны света.

№8. «Интервал возможных значений вавилонского стадия»

Как известно, в древнем Вавилоне (широта: $\varphi_V = +32^\circ 32' 32''$, долгота: $\lambda_V = 44^\circ 25' 15''$) использовалась единица измерения расстояния, названная *стадием*. Согласно его определению, это расстояние, которое проходит путник пешком равномерным ходом по равнинной поверхности Земли за время, в течение которого Солнце заходит за горизонт.

1. Какие факторы влияют на величину стадия? Оцените интервалы возможных значений для каждого параметра, характеризующего значение данной единицы измерения древнего Вавилона. (12 баллов)

2. Оцените интервал возможных значений вавилонского стадия. (2 балла)

№9. «Сближение геостационарного ИСЗ с Юпитером»

10 июня 2019 года астроном-любитель с территории г. Самары (широта: $\varphi = 53^\circ 12'$, долгота: $\lambda = 50^\circ 06'$) наблюдал тесное сближение расположенного вблизи меридиана Юпитера с геостационарным искусственным спутником Земли (ИСЗ, Raduga-13, см. рис. 2). Определите:

1. В каком направлении двигался ИСЗ относительно Юпитера в момент съемки: по направлению $1 \rightarrow 2$ или в обратном направлении? Свой ответ поясните. (2 балла)

2. В какой созвездии находился Юпитер в момент съемки? Чему было равно время движения спутника между точками 1 и 2? Следует полагать орбиты Земли и Юпитера круговыми, последний находился в противостоянии. (4 балла)

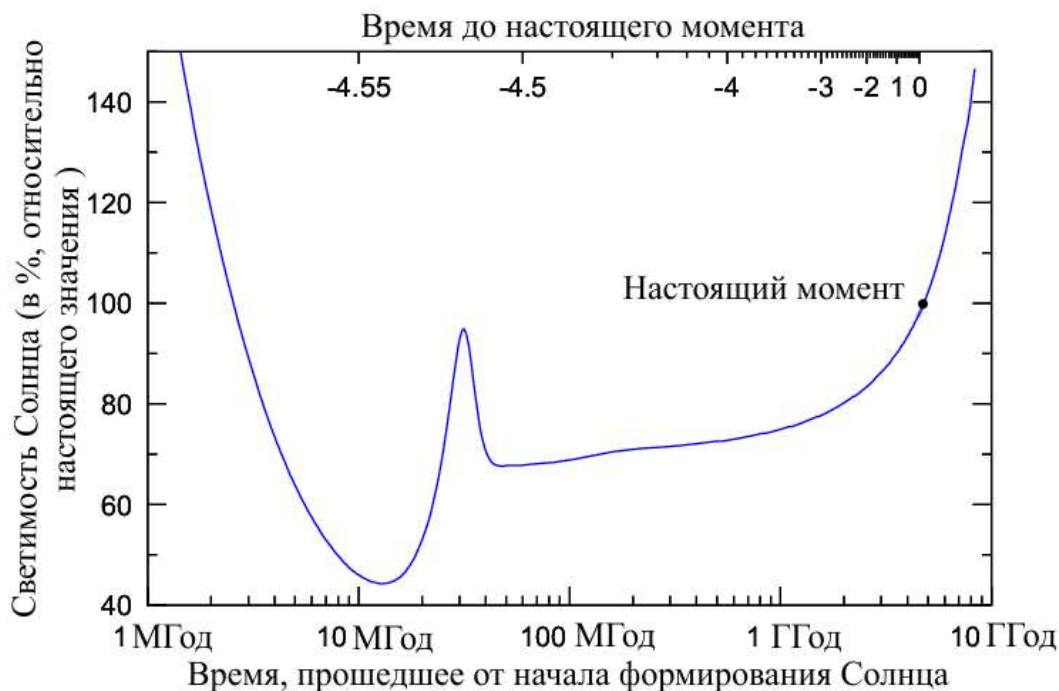


Рис. 3. Зависимость светимости Солнца (L_{\odot}) от времени, рассчитанная по модели звездной эволюции (Бараф и др., 2015). Здесь настоящий возраст Солнца около 4.567 млрд лет отмечен черной точкой. По оси абсцисс внизу указано время, прошедшее от момента его образования как солнцеподобной звезды. Абсцисса сверху показывает время до настоящего времени в млрд лет (ГГод).

3. Оцените горизонтальные координаты Юпитера на момент съемки. (4 балла)

4. Оцените экваториальные координаты Юпитера на момент съемки. (4 балла)

№10. «Изменение светимости Солнца и жизнь Земли»

На рис. 3 представлен график зависимости светимости Солнца от времени, отсчитываемого от момента его сформирования как звезды солнечного типа, полученный в результате высокоточного моделирования эволюции Солнца.

1. Определите по графику (приблизленно) моменты времени, когда полная мощность электромагнитного излучения Солнца достигала экстремальные и граничные (максимальные и минимальные) значения, и соответствующие значения его светимости. (0.5 балла за каждую правильно определенную пару "момент времени+ значение светимости")

2. Для аналитического описания эволюции светимости Солнца на масштабах 10^9 лет предложена аппроксимационная формула вида:

$$L_{\odot}(t) = L_{\odot}^{(0)} \left[1 + \frac{2}{5} \left(1 - \frac{t}{t_0} \right) \right]^{-1}, \quad (2)$$

где t – время жизни Солнца на интересующий момент времени, t_0 – время жизни Солнца на данный момент, $L_{\odot}(t)$ – светимость Солнца в момент времени t , $L_{\odot}^{(0)}$ – светимость Солнца на данный момент. Определите по графику промежуток времени (область допустимых значений времени), на котором

она дает адекватные (согласно графику) значения светимости. (2 балла)

3. Определите эффективную температуру (в Кельвинах) поверхности планеты (без атмосферы) как функцию светимости Солнца, сферического альбедо планеты, ее гелиоцентрического расстояния и коэффициента черноты ее поверхности (в модели серого тела). (3 балла)

4. Оцените усредненный по поверхности коэффициент черноты поверхности Земли, если ее средняя эффективная температура составляет $\bar{T}_{\oplus} = 288$ К, а сферическое альбедо – $A_{\oplus} = 0.306$. (2 балла)

5. С использованием формулы для температуры планеты (полученной в пункте 3) и формулы (2), оцените промежуток времени (отсчитываемый от настоящего момента), спустя который

а) жизнь (длительное пребывание без тепловой защиты) на поверхности Земли станет невозможной для человека. Следует считать, что температура тепловой денатурации белков клеток (приводящей к последующей их гибели) человека – $t_d^{(1)} = 41.5^{\circ}\text{C}$. (3 балла)

б) испаряться все океаны (при температуре $t_{\text{ev}} \geq 56^{\circ}\text{C}$) на поверхности Земли и последняя превратится в безводную пустыню. (1 балл)

в) белковая жизнь на поверхности Земли станет в принципе невозможной. Следует считать, что температура тепловой денатурации самых стойких белков клеток живых организмов – $t_d^{(2)} = 70^{\circ}\text{C}$. (2 балла)

Следует полагать, что изменение температуры поверхности Земли совершается лишь из-за изменения светимости Солнца. Прочими эффектами пренебречь; параметры, характеризующие Землю, остаются неизменными.

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

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

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

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

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

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

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 [†]	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

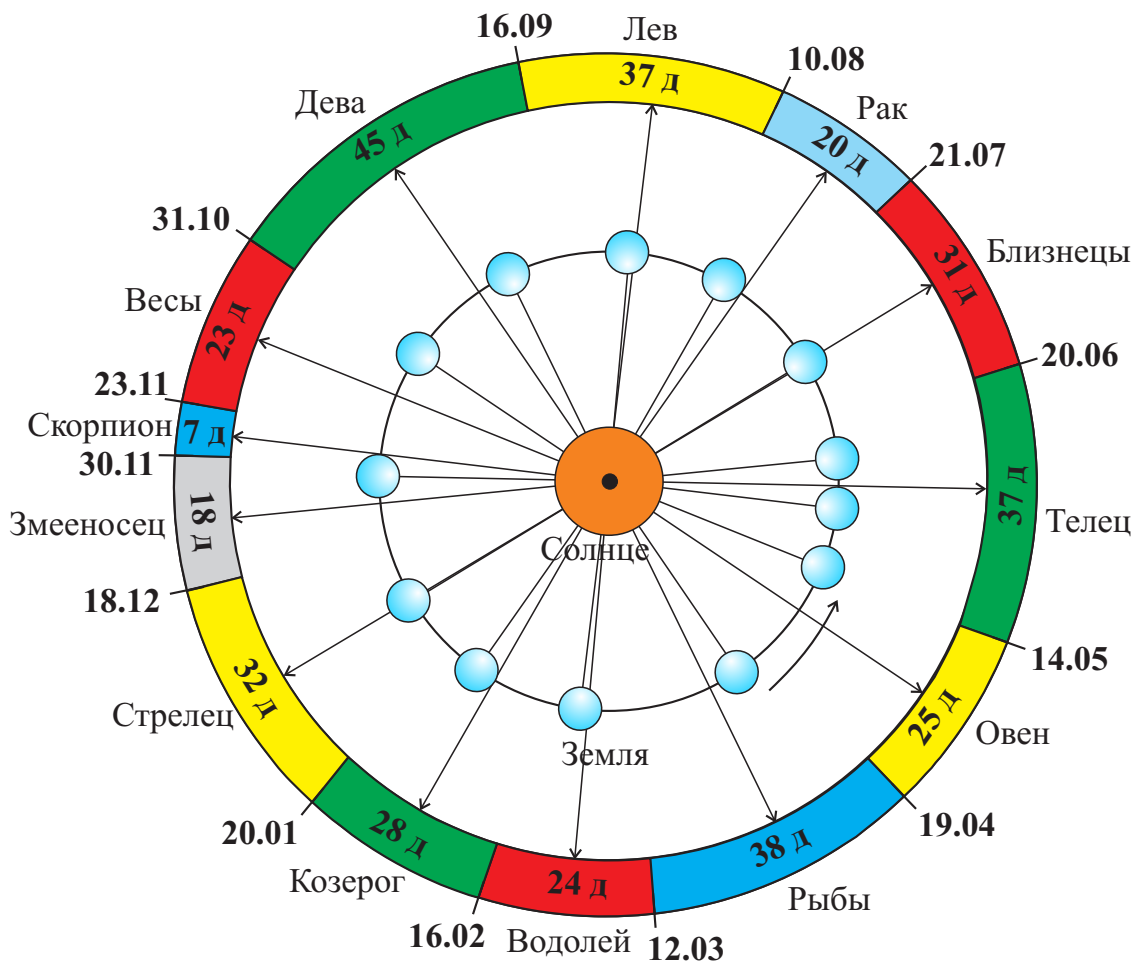


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

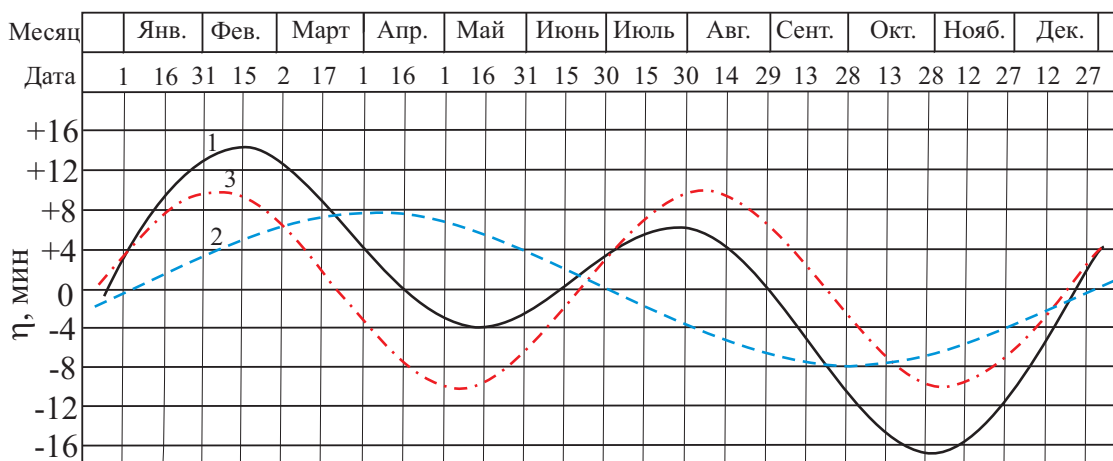


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

А.10. Яркие звезды ночного небосвода

Топ-25 ярчайших звезд ночного небосвода

№	Название	α	δ	r , св.л.	m , ^m	M , ^m	Сп. кл.	Полушарие и № в нем
1	Сириус (α Большого Пса)	06 ^h 45 ^m 9 ^s	-16°42'58"	8.6	-1.46	1.4	A1Vm	Южное (01)
2	Канопус (α Киля)	06 ^h 23 ^m 57 ^s	-52°41'45"	310	-0.72	-5.53	A9II	Южное (02)
3	Ригил(A)/Толлиман(B) (α Центавра АВ)	14 ^h 39 ^m 35 ^s	-60°50'15"	4.3	-0.27	4.06	G2V + K1V	Южное (03)
4	Арктур (α Волосаса)	14 ^h 15 ^m 40 ^s	19°10'57"	36.7	-0.05	-0.3	K1.5IIIp	Северное (01)
5	Вега (α Лир)	18 ^h 36 ^m 56 ^s	38°47'01"	25	0.03 ^v	0.6	A0Va	Северное (02)
6	Капелла (α Возничего)	05 ^h 16 ^m 41 ^s	45°59'53"	42.2	0,08	-0.5	G6III + G2III	Северное (03)
7	Ригель (β Ориона)	05 ^h 14 ^m 32 ^s	-08°12'06"	870	0.12 ^v	-7.84	B8Iae	Южное (04)
8	Процион (α Малого Пса)	07 ^h 39 ^m 18 ^s	+05°13'30"	11.4	0.38	2.6	F5IV-V	Северное (04)
9	Ахернар (α Эридана)	01 ^h 37 ^m 43 ^s	-57°14'12"	139	0.46	-1.3	B3Vnp	Южное (05)
10	Бетельгейзе (α Ориона)	05 ^h 55 ^m 10 ^s	07°24'25"	530	0.50 ^v	-5.14	M2Iab	Северное (05)
11	Хадар (β Центавра)	14 ^h 03 ^m 49 ^s	-60°22'23"	400	0.61 ^v	-5.4	B1III	Южное (06)
12	Альтаир (α Орла)	19 ^h 50 ^m 47 ^s	08°52'06"	16.8	0.77	2.3	A7Vn	Северное (06)
13	Акрукс (α Южного Креста)	12 ^h 26 ^m 36 ^s	-63°05'57"	321	0.77	-4.1	B0.5IV + B1Vn	Южное (07)
14	Альдебаран (α Тельца)	04 ^h 35 ^m 55 ^s	16°30'33"	65	0.85 ^v	-0.3	K5III	Северное (07)
15	Антарес (α Скорпиона)	16 ^h 29 ^m 24 ^s	-26°25'55"	610	0.96 ^v	-5.2	M1.5Iab	Южное (08)
16	Спика (α Девы)	13 ^h 25 ^m 12 ^s	-11°09'41"	250	0.98 ^v	-3.2	B1V	Южное (09)
17	Поллукс (β Близнецов)	7 ^h 45 ^m 19 ^s	28°01'34"	33.7	1.14	0.7	K0IIIb	Северное (08)
18	Фомальгаут (α Южной Рыбы)	22 ^h 57 ^m 39 ^s	-29°37'20"	25	1.16	2.0	A3Va	Южное (10)
19	Мимоза (β Южного Креста)	12 ^h 47 ^m 43 ^s	-59°41'19"	353	1.25 ^v	-4.0	B0.5III	Южное (11)

Топ-25 ярчайших звезд ночного небосвода (продолжение)

20	Денеб (α Лебедя)	20 ^h 41 ^m 26 ^s	45°16'49"	1550	1.25	-8.38	A2Ia	Северное (09)
21	Регул (α Льва)	10 ^h 08 ^m 22 ^s	11°58'02"	77	1.35	-0.5	B7Vn	Северное (10)
22	Адара (ϵ Большого Пса)	06 ^h 58 ^m 38 ^s	-28°58'19"	400	1.50	-4.8	B2II	Южное (12)
23	Кастор (α Близнецов)	07 ^h 34 ^m 36 ^s	31°53'18"	51.5	1.57	0.5	A1V + A2V	Северное (11)
24	Гакрукс (γ Южного Креста)	12 ^h 31 ^m 10 ^s	-57°06'48"	88	1.63 ^v	-1.2	M3.5III	Южное (13)
25	Шаула (λ Скорпиона)	17 ^h 33 ^m 37 ^s	-37°06'13"	365	1.63 ^v	-3.5	B1.5IV	Южное (14)

А.11. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела, болометрические поправки

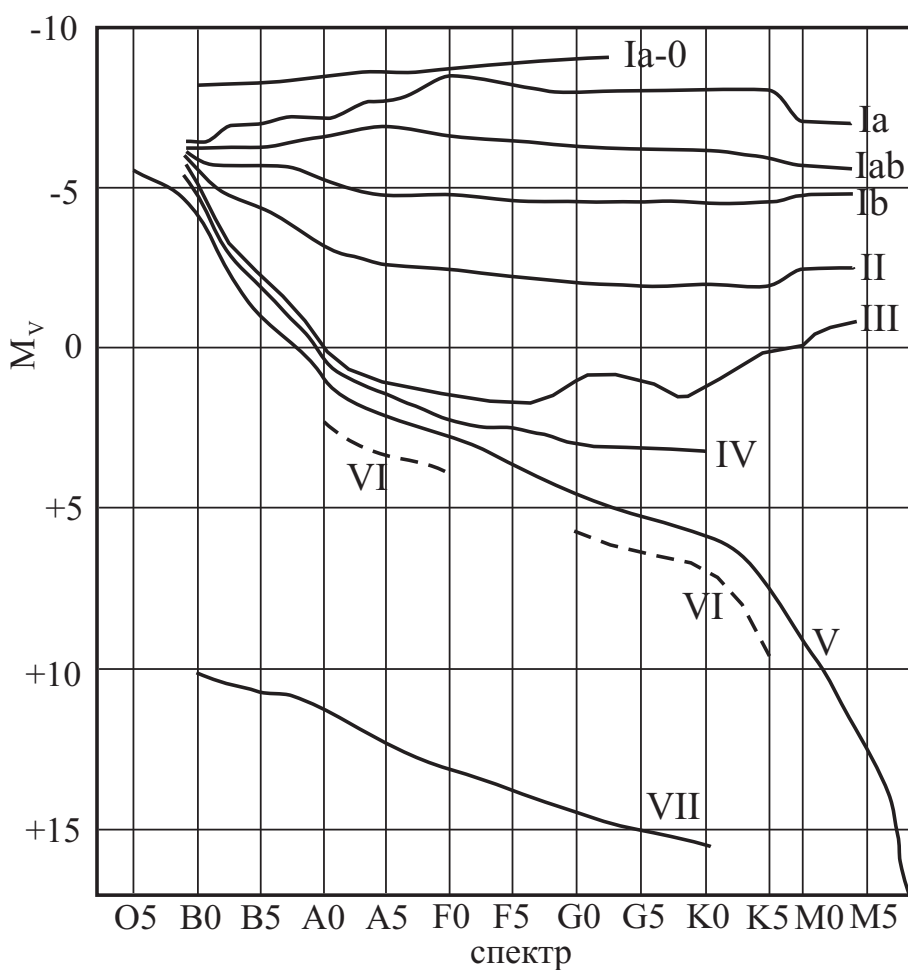


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

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

А.12. Статистика распределения звезд по звездным величинам

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

Примечание: здесь указано количество звезд на всем небосводе, имеющих блеск ярче указанной звездной величины, согласно Star Numbers, 2001.

А.13. Таблица Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	A I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		B				
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar					
1	(H)																				
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar					
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni			
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Ru	Rh	Pd
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Xe	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt			
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Pb	Bi	Po	At	Rn								
7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs													
формлы летучих оксидов	R ₂ O	RO	RO ₂	RO ₂	RH ₃	RH ₄	RO ₃	RH ₂	RO ₃	RH ₂	RO ₃	RH ₂	RO ₂	RH ₂	RO ₂	RO ₃	RO ₂	RO ₃	RO ₂	RO ₂	RO ₂
формлы летучих одноородных соединений																					
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce	Pr	Nd	Pm	Eu	Gd															
АКТИНОИДЫ**	Th	Pa	U	Np	Am	Cm															

Рис. А.4. Таблица Менделеева.

В.1. Карты звездного неба

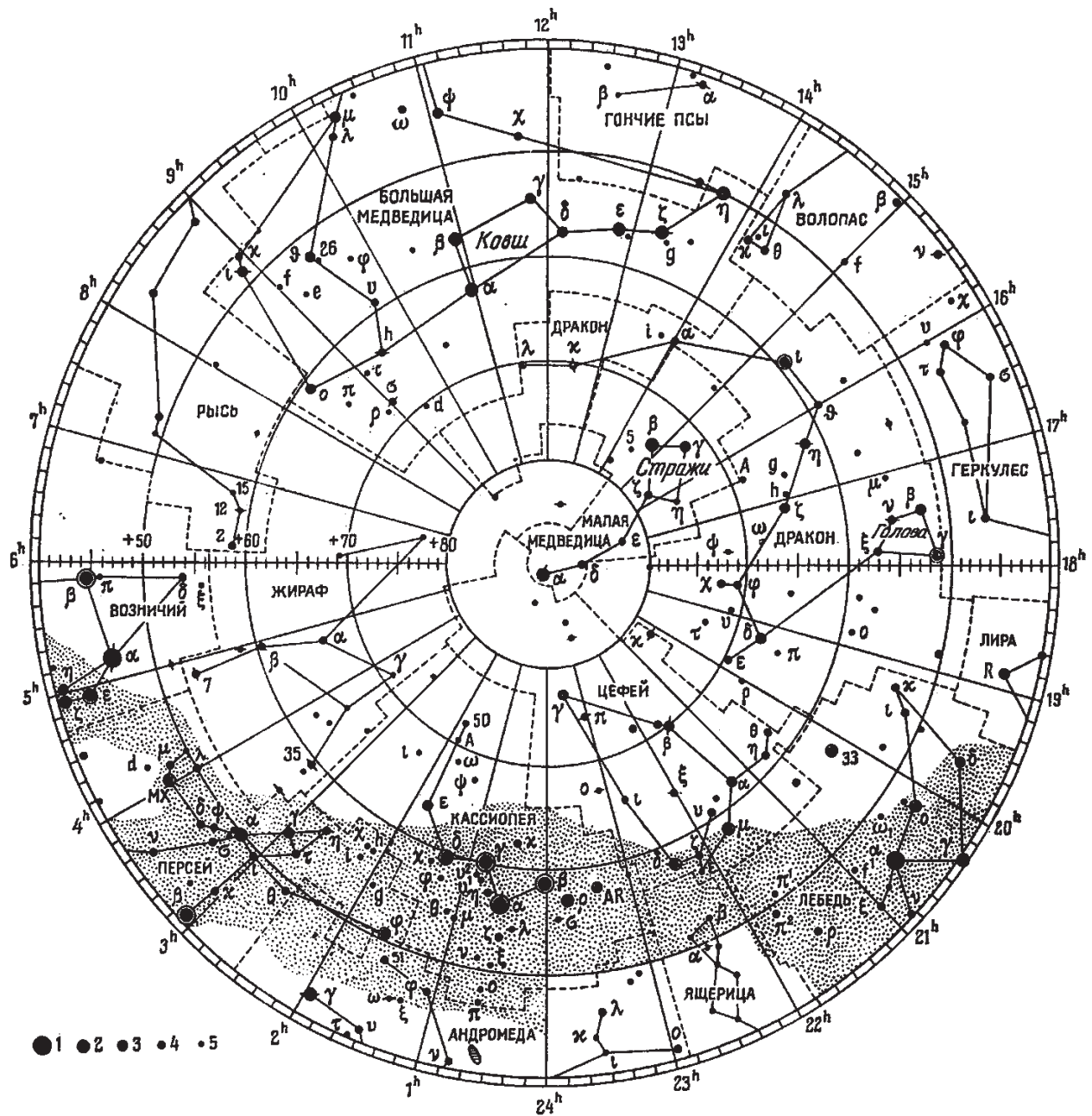


Рис. В.1. Карта северной околополярной области.

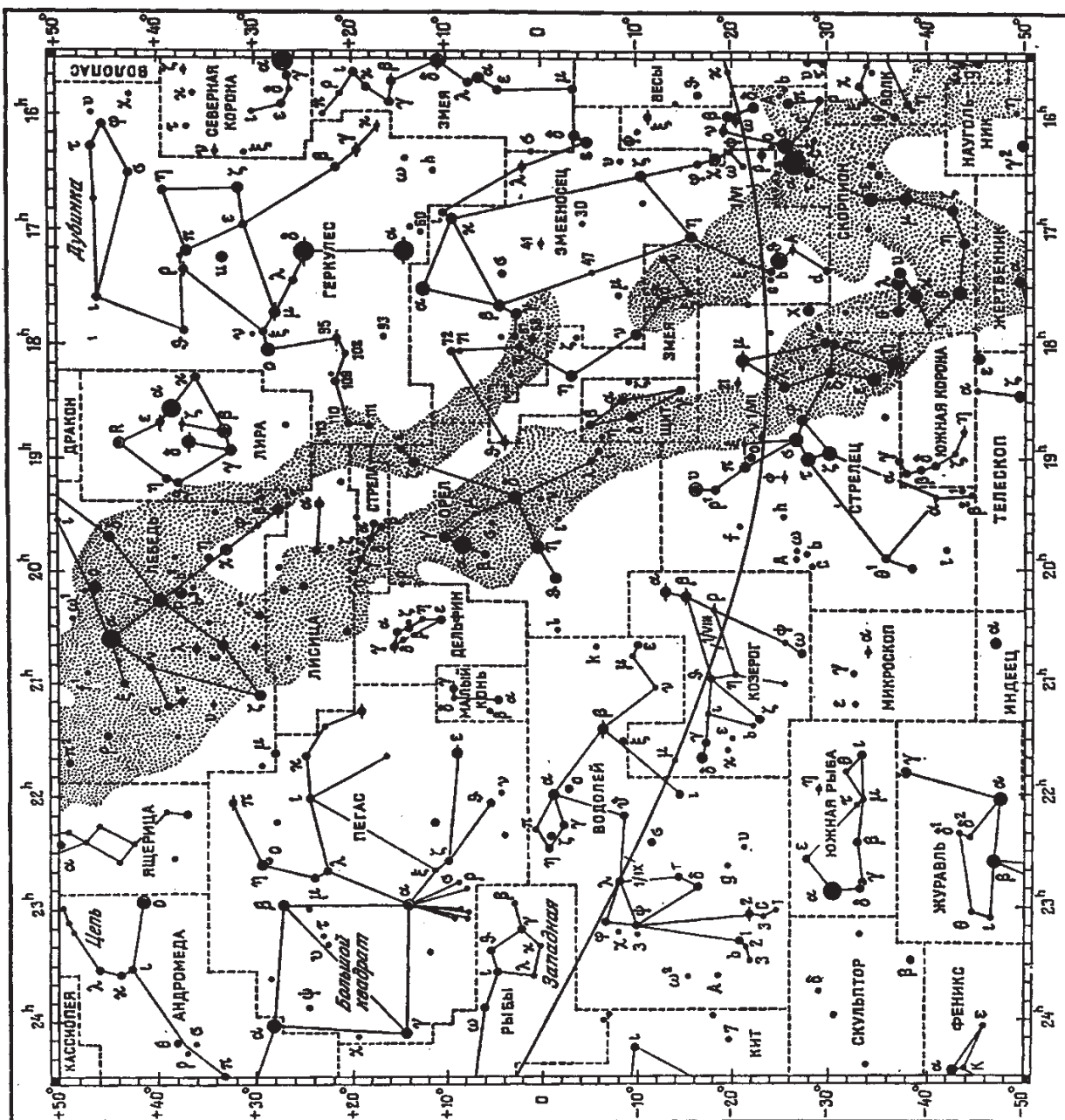


Рис. В.4. Карта летне-осеннего небосвода.

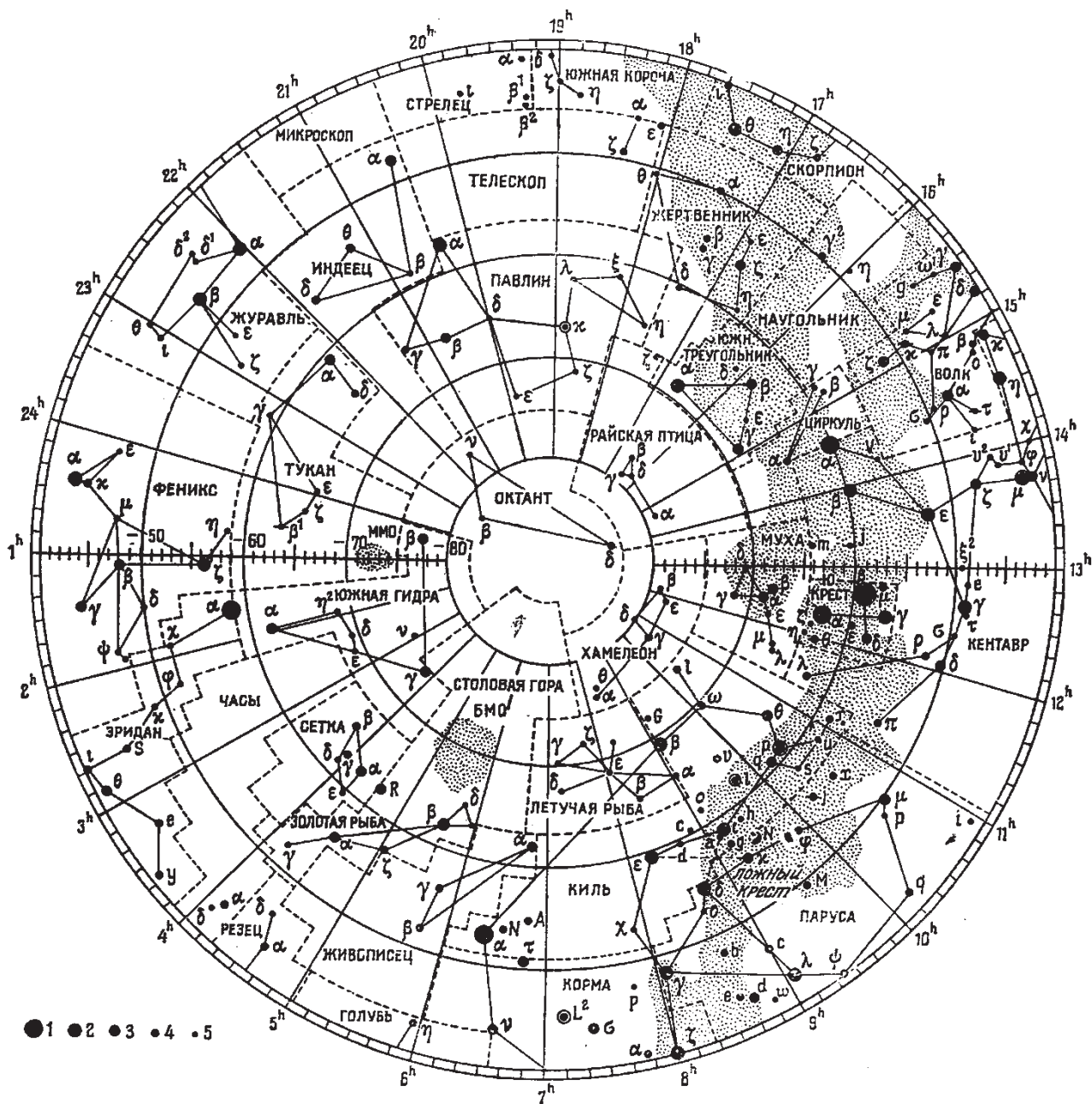


Рис. В.5. Карта южной околополярной области.