

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: 2023-2024, ТУР № 2



Самара, 2024 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: 2023-2024, 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:

15.02.2024-31.03.2024!!!

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-2024, **внимательно** ознакомьтесь с **«Руководством зарегистрированного участника ОМОА им Ф.А. Бредихина-2024»!** Электронный адрес последнего указан в **Памятке участника.**

Уровень «Новичок» (уровень А)

№1. «Небесные тела и явления»

На рис. 1 представлены фотографии небесных тел и астрономических явлений.

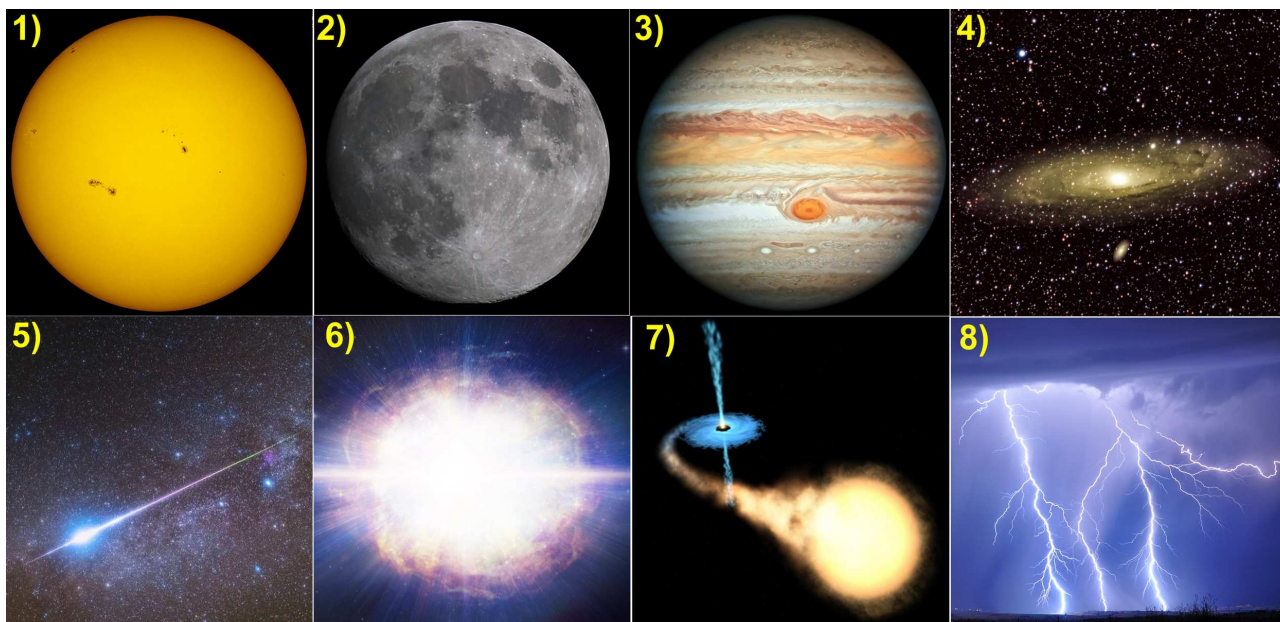


Рис. 1. Мозаика фотографий небесных объектов и явлений.

1. Установите соответствие представленных образов их названиям. Ответ представить парой: (цифра → буква). (0.5 балла за каждую правильно названную пару)

Варианты ответов:

А) Взрыв сверхновой	Б) Аккреция газа на черную дыру	В) Яркий метеор	Г) Молния
Д) Юпитер	Е) Солнце	Ж) Луна	З) Галактика Андромеды

2. Установите соответствие представленных образов следующим категориям. (0.5 балла за каждую правильно названную пару)

Варианты ответов:

А) Небесное тело	Б) Небесное явление
------------------	---------------------

3. Какие из представленных небесных тел не являются самосветящимися телами в видимом свете? (0.5 балла за каждое правильно названное тело)

4. Какие из представленных небесных явлений порождаются в атмосфере Земли? (0.5 балла за каждое правильно названное явление)

№2. «О звезде Канопус»

1. Как известно, *Канопус* – одна из ярчайших звезд ночного небосвода. С использованием лишь экваториальных координат данной звезды ($\alpha_* = 06^{\text{ч}}24^{\text{м}}$, $\delta_* = -52^{\circ}42'$) и карт звездного небосвода (см. приложение В) определите созвездие, которому она принадлежит. (1 балл)

Варианты ответов:

а) Корма	б) Компас	в) Муха
г) Телескоп	д) Южный крест	е) Киль

На копии одной из звездных карт приложения В укажите стрелкой ее положение среди звезд. (1 балл)

2. Как известно, небесный экватор делит всю небесную сферу на две полушеры. Полушера, в которой находится северный полюс мира, называется *северной*. Вторая полушера называется *южной* (см. рис. 2.а). Опираясь лишь на экваториальные координаты Канопуса, определите, в какой части небесной сферы располагается *противозвездная точка* Канопуса – точка небосвода, диаметрально противоположная по положению данной звезде? (1 балл)

Варианты ответов:

1. Северная полушера	2. Южная полушера	3. Небесный экватор
----------------------	-------------------	---------------------

Определите экваториальные координаты этой точки. (2 балла)

3. Какому созвездию принадлежит данная точка? (1 балл)

Варианты ответов:

а) Цефей	б) Геркулес	в) Кассиопея
г) Дракон	д) Лира	е) Лебедь

На копии одной из звездных карт приложения В укажите стрелкой ее положение среди звезд. (1 балл)

4. В какое время года условия наблюдений этой звезды являются оптимальными? Дайте развернутый ответ. (3 балла)

Варианты ответов:

1. Весна	2. Лето	3. Осень	4. Зима
----------	---------	----------	---------

Следует отметить, что условия наблюдений небесного тела считаются *оптимальными*, если данное тело наблюдается в полночь (при этом Солнце опускается максимально глубоко под горизонт, т.е. находится в *нижней кульминации*) на наибольшей высоте над горизонтом (находится в своей *верхней кульминации*). Для ответа на данный вопрос Вам может оказаться полезной диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике (см. рис. А.1 приложения А).

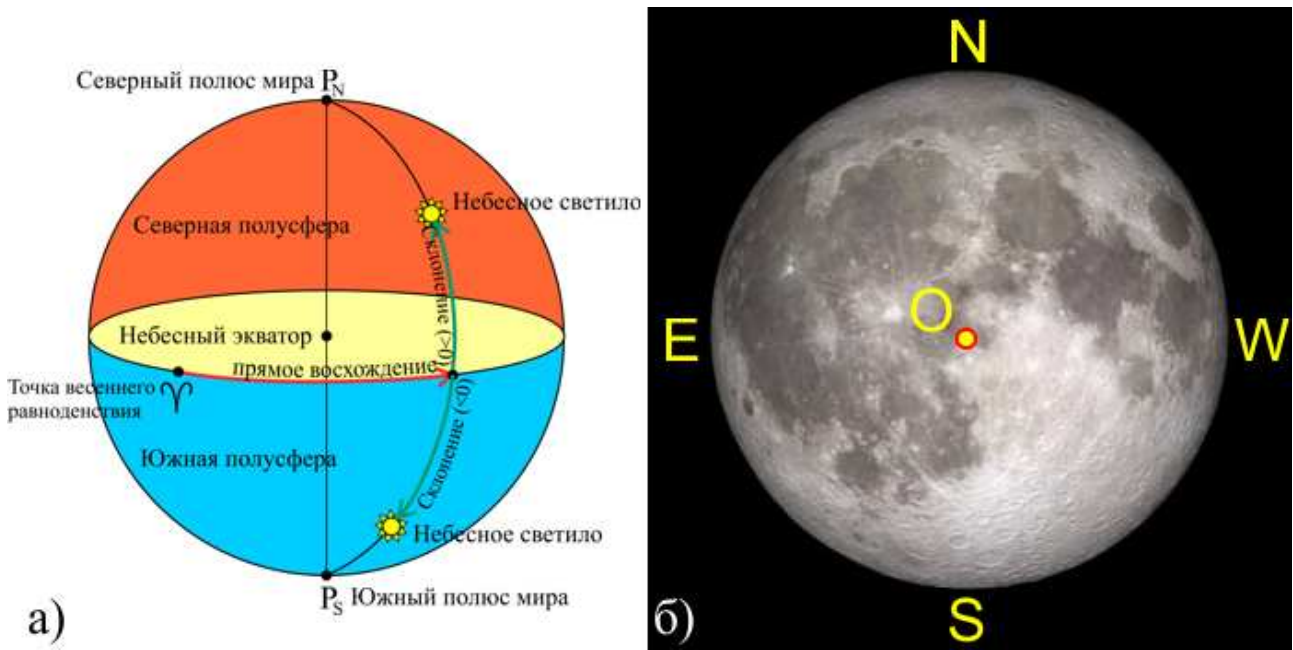


Рис. 2. К определению а) северной и южной полусферы и экваториальных координат светила; б) видимого диска Луны с указанием направлений сторон света для жителя Самары (N – север; S – юг; E – восток; W – запад).

№3. «Луна и ее терминатор»

С территории Самарской области наблюдается Луна, при этом ее угловой диаметр равен $32'$. Ответьте на следующие вопросы.

1. В каком направлении преимущественно перемещается терминатор по диску Луны (см. рис. 2.б) в течение лунного месяца? (1 балл)

Варианты ответов:

а) $N \rightarrow S$	б) $E \rightarrow W$	в) $W \rightarrow E$
г) $S \rightarrow N$	д) $E \rightarrow S$	е) $E \rightarrow N$

2. Через какой минимальный промежуток времени повторяется прохождение терминатора через центр видимого диска Луны (точка O)? (2 балла)

Варианты ответов:

а) 27.32 сут	б) 29.53 сут	в) 1.035 сут
г) 13.66 сут	д) 14.77 сут	е) 0.52 сут

3. Чему равна угловая протяженность видимой дуги терминатора в фазе первой четверти? (1 балл)

Варианты ответов:

а) $32'$	б) $101'$	в) 32°
г) $16'$	д) $50'$	е) 16°

4. Чему равна угловая протяженность замкнутой дуги терминатора в фазе, представленной на рис. 2.б)? (2 балл)

Варианты ответов:

а) $32'$	б) $101'$	в) 32°
г) $16'$	д) $50'$	е) 16°

5. С какой линейной скоростью (км/ч) перемещается точка пересечения терминатора и лунного экватора по поверхности Луны? Следует полагать,

Планета	R_e , км	R_p , км	k
Меркурий	2439.7	2439.7	
Венера	6051.8	6051.8	
Земля	6378.1	6356.8	
Марс	3396.2	3376.2	
Юпитер	71492	66854	
Сатурн	60268	54364	
Уран	25559	24973	
Нептун	24764	24341	

Таблица 1. Значения экваториального и полярного радиусов классической планеты и ее сжатия.

что центр видимого диска Солнца расположен в плоскости лунного экватора. (3 балла)

№4. «Сжатие классических планет Солнечной системы»

В астрономии для описания степени сплюснутости небесных тел используется *сжатие*, определяемое выражением вида:

$$k = \frac{R_e - R_p}{R_e}, \quad (1)$$

здесь R_e, R_p – экваториальный и полярный радиусы небесного тела. С использованием данных табл. 1 для радиусов планет Солнечной системы,

1. Выполните расчет сжатия для всех классических планет Солнечной системы. Полученные значения занесите в последнюю колонку табл. 1. (0.5 балла за каждое правильно вычисленное значение)

2. Для какой планеты эта величина принимает: а) максимальное значение? б) минимальное значение? (0.5 + 0.5 баллов)

3. С использованием полученных результатов и справочных данных, постройте графики зависимости от гелиоцентрического расстояния (для 8 указанных планет): а) сжатия планеты, б) периода осевого вращения планеты, в) плотности планеты, г) радиуса планеты. Сделайте выводы о корреляции (возможной зависимости) в поведении коэффициента сжатия и указанных параметров. (1 балл за каждый правильно построенный график; 2 балла за правильные выводы о возможной зависимости k от указанных параметров)

Уровень «Знаток» (уровень В)

№5. «Геоцентрическая орбита планеты Солнечной системы»

На рис. 3 представлена геоцентрическая траектория движения классической планеты Солнечной системы с позиции земного наблюдателя (здесь предполагается, что гелиоцентрические орбиты Земли и данной планеты являются круговыми). Определите, траектория какой именно планеты представлена на рисунке? (1 балл) Свой ответ обоснуйте математически как минимум двумя независимыми способами. (5 баллов за каждый способ с исчерпывающим доказательством)

№6. «Разрешима ли система «Земля-Луна»?»

С поверхности каких классических планет, в оптимальных условиях наблюдений можно разрешить (увидеть отдельно каждое тело) невооруженным глазом систему «Земля-Луна»? Проницающую силу человеческого глаза принять равной $+6^m$, а его угловую разрешающую способность – $1'$. (12 баллов)

№7. «Астрономическая ночь на геополюсе»

Как известно, *астрономической ночью* называется часть суток, в течение которой высота Солнца над горизонтом не превышает -18° . Определите даты начала и окончания астрономической ночи на Северном географическом полюсе? Чему равна продолжительность астрономической ночи в этой точке поверхности Земли? (14 баллов)

№8. «Галактические прятки»

Международная группа астрономов недавно обнаружила, что точно за Малым магеллановым облаком (ММО), на луче зрения распо-

ложена еще одна такая же карликовая галактика, являющаяся близнецом данной. ММО и новую галактику можно условно считать шарообразными радиуса 2.9 кпк и массы $3 \cdot 10^9 M_\odot$, содержащими по $1.5 \cdot 10^9$ звезд. Расстояние между центрами галактик оценивается в 16 кпк. Гелиоцентрическое расстояние до центра ММО (ближайшей к нам) составляет 56 кпк. Определите:

1. На сколько лет галактика-близнец видится нам более молодой, чем ММО? (1 балл)

2. Среднюю массовую плотность каждой галактики (в массах Солнца на кубический парсек и $\text{кг}/\text{м}^3$)? (2 балла)

3. Среднюю объемную концентрацию звезд каждой галактики (в звездах на кубический парсек)? (2 балла)

Полагая, что данные галактики являются взаимодействующими и движутся по орбитам, близким к круговым, содержащим луч зрения земного наблюдателя, определите:

4. Период обращения каждой галактики вокруг их общего центра масс и орбитальную скорость центра масс каждой галактики? (3 балла)

5. Через какой минимальный промежуток времени данные галактики будут расположены в небе земного наблюдателя на максимальном угловом расстоянии? Чему оно будет равно? (3 балла)

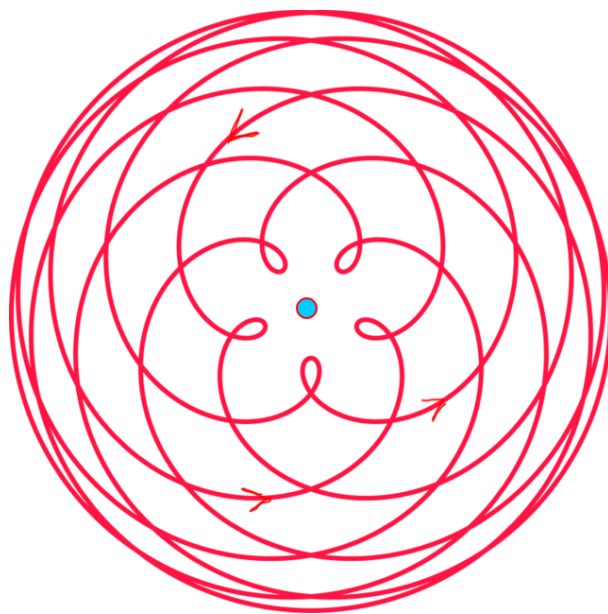


Рис. 3. К определению геоцентрической орбиты планеты Солнечной системы.

6. Чему будет равна интегральная звездная величина данной пары галактик, если светимости данных галактик одинаковы и сегодняшняя видимая звездная величина ММО составляет $+1.97^m$? Следует считать, что гелиоцентрическое расстояние центра масс пары галактик остается постоянным. (3 балла)

№9. «Галилеевы спутники в движении»

На рисунке представлен коллаж фотографий Юпитера и его двух галилеевых спутников.

1. Оцените промежуток времени, в течение которого велась съемка? (4 балла)

2. Оцените расстояния, которые прошли за время съемки спутники S_1 и S_2 . (2 балла)

3. Определите названия спутников S_1 и S_2 . (2 балла)

4. Оцените время транзита спутника S_1 по диску центральной планеты? (3 балла)

5. Произошло ли в последствии покрытие спутника S_2 Юпитером? Если да, то спустя какое время после получения последнего кадра оно началось? Какова была при этом продолжительность покрытия? (3 балла)

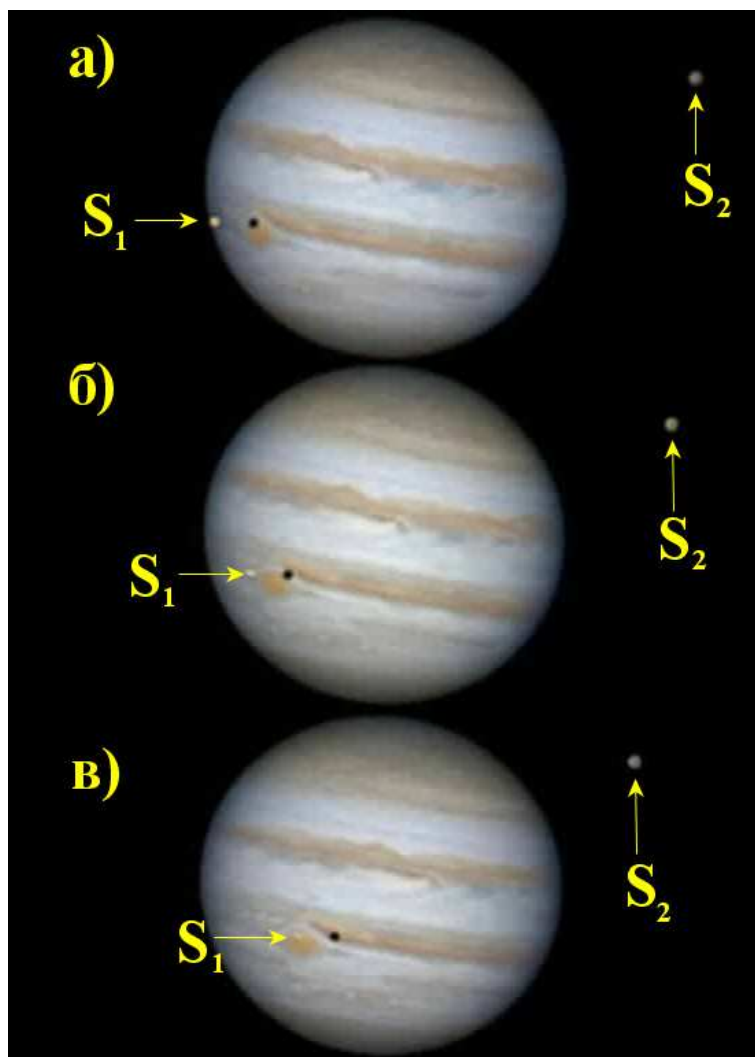


Рис. 4. Коллаж фотографий Юпитера и его галилеевых спутников.

Дифференциальным характером вращения Юпитера следует пренебречь. Орбиты галилеевых спутников считать круговыми.

№10. «Луна и коллаж: была или небылица»

На рис. 5 представлен коллаж, полученный простым наложением кадров. Кадр с городской панорамой был получен с помощью цифровой зеркальной камеры с объективом, фокусное расстояние которого $f_1 = 18$ мм. Кадр с Луной был получен с помощью той же камеры и объективом-телескопом с фокусным расстоянием $f_2 = 1200$ мм. Ответьте на следующие вопросы:



Рис. 5. К определению коллажа "Фантастическая Луна над ночным городом". Автор: Александр Андреев.

1. Возможно ли наблюдение Луны в такой фазе в действительности над ночным городом? Если возможно, то опишите условия, при которых это возможно. Если это невозможно, то укажите на ошибку, которую допустил автор при создании коллажа. (2 балла)

2. Предположим, что Луна приблизилась к Земле (в результате внешнего воздействия) и ее угловые размеры в точности соответствуют представленному образу на фотографии. Оцените угловой диаметр Луны в этом случае. (2 балла)

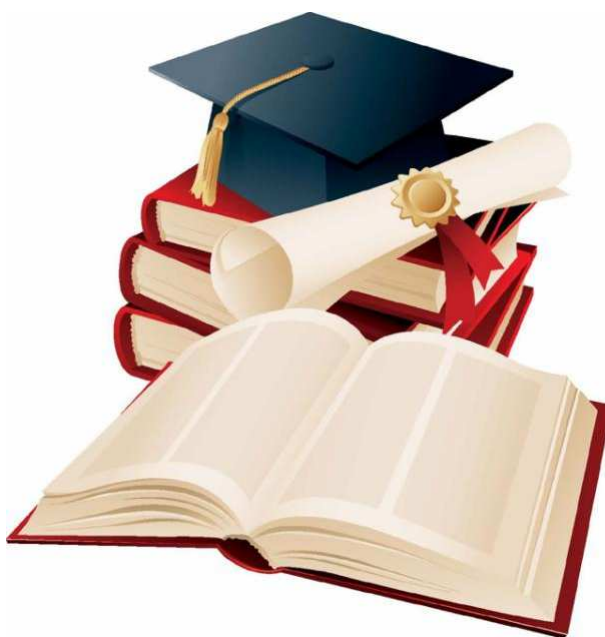
3. Определите радиус новой орбиты Луны и период ее обращения вокруг центра масс системы «Земля-Луна», если полагать, что ее новый угловой диаметр соответствует ее наблюдению в подлунной точке. (4 балла)

4. Какое количество раз будет наблюдаться восход Луны над горизонтом в течение одних земных суток, если полагать, что продолжительность последних останется прежней. Чему при этом будет равно время пребывания Луны над горизонтом? (4 балла)

5. С какой периодичностью будут повторяться лунные приливы на поверхности Земли? (3 балла)

Следует полагать орбиты Земли и Луны круговыми, лежащими в одной плоскости. Продолжительность звездного года считать неизменной.

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. 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

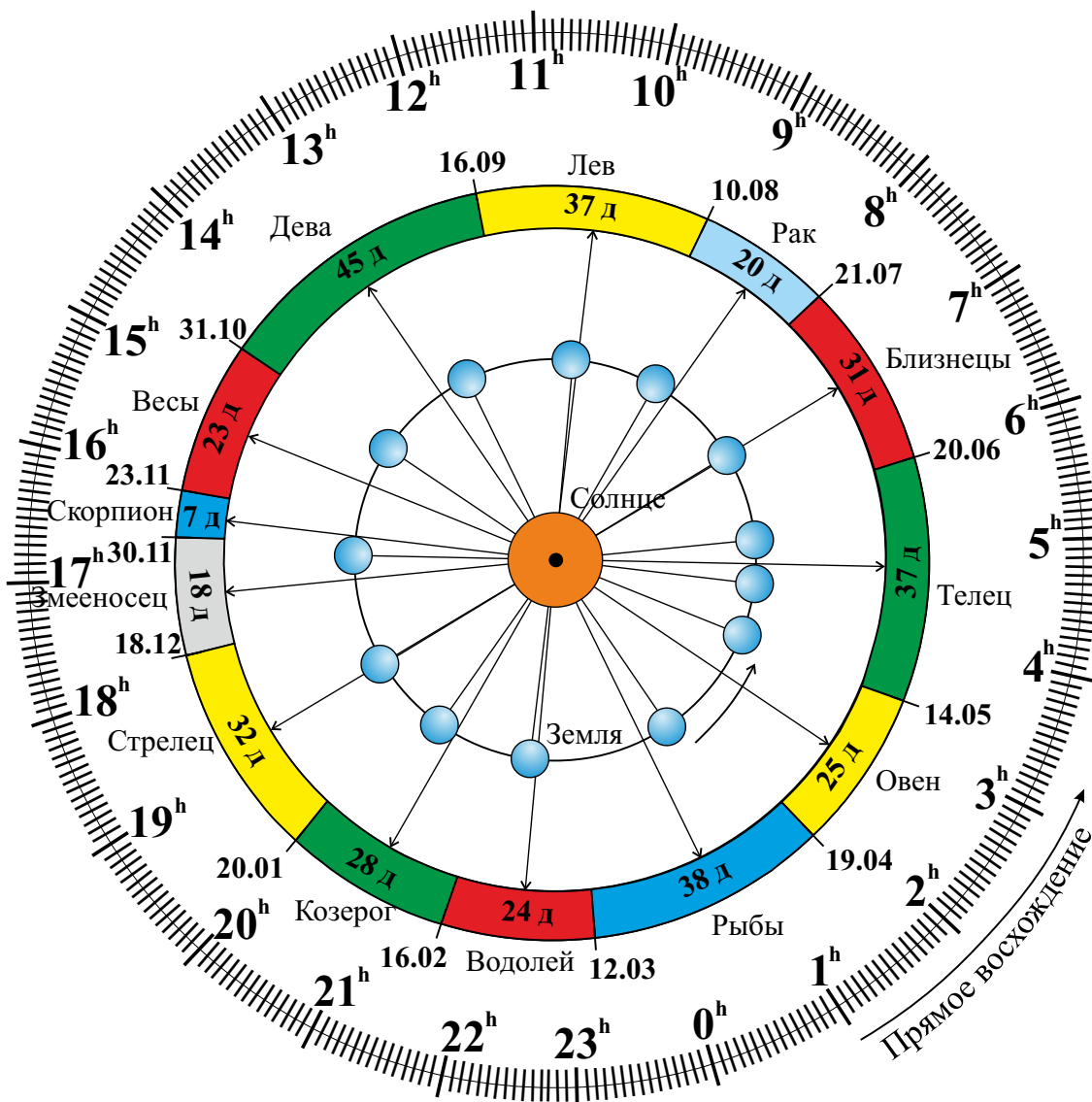


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

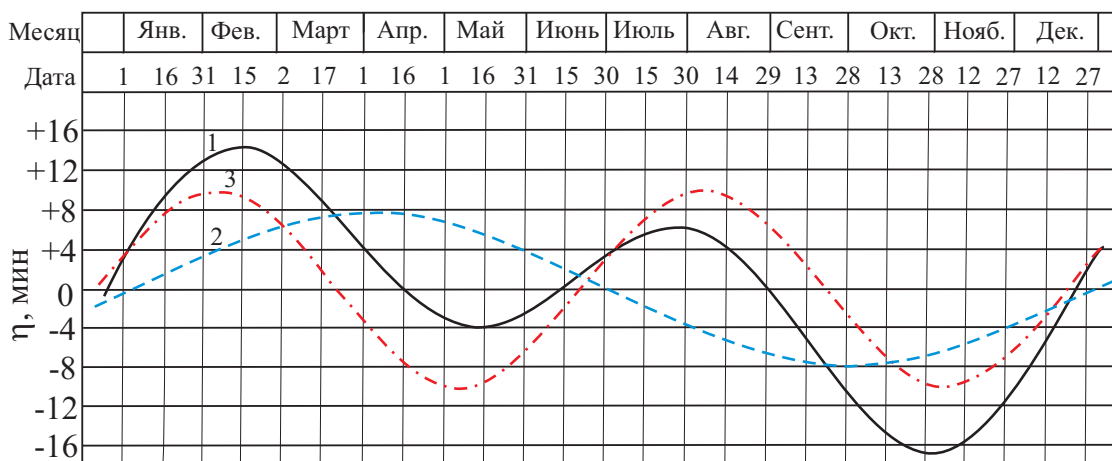


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

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

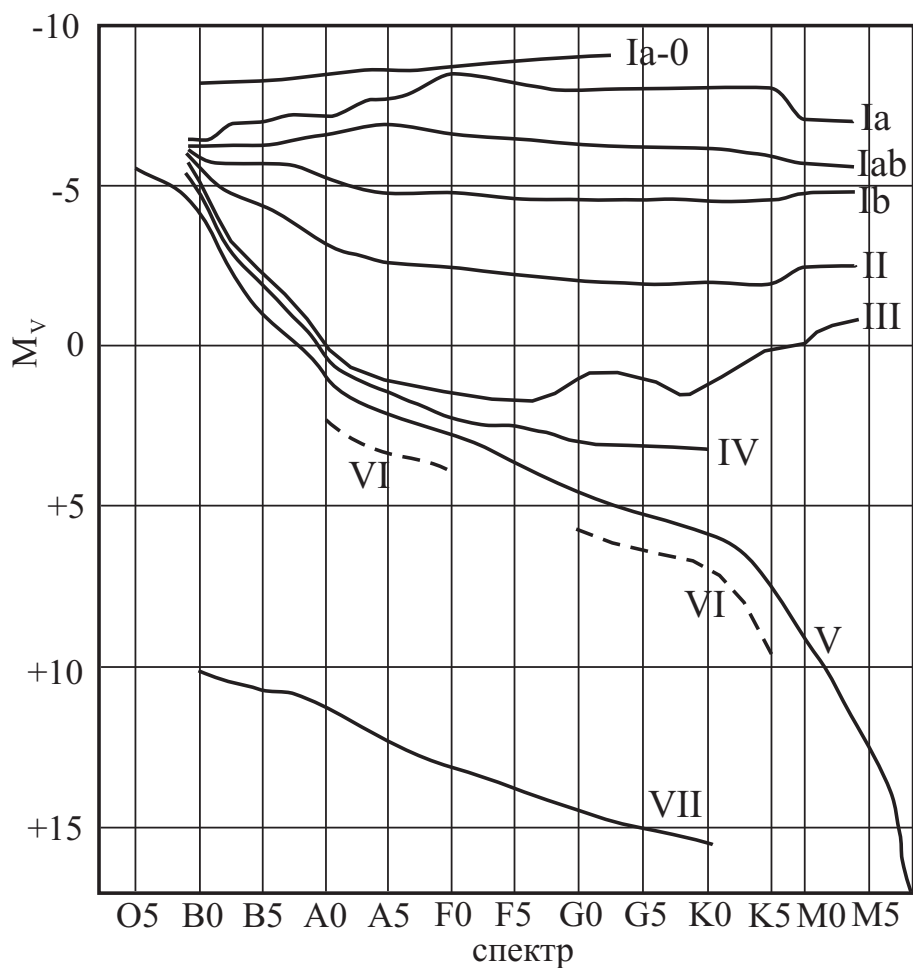


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

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		He	
1	3 6.941 Lithium Литий	4 9.0122 Beryllium Бериллий	5 10.811 Boron Бор	6 12.011 Carbonium Углерод	7 14.007 Nitrogenium Азот	8 15.999 Oxygenium Кислород	9 18.998 Fluorium Фтор	10 20.179 Neon Неон	11 22.99 Sodium Натрий	12 24.305 Magnesium Магний	13 26.9815 Aluminium Алюминий	14 28.086 Silicium Кремний	15 30.974 Phosphorus Фосфор	16 32.066 Sulfur Сера	17 35.453 Chlorium Хлор	18 39.948 Argon Аргон	19 4.002602 Helium Гелий		
2	9 39.098 Potassium Калий	10 40.08 Calcium Кальций	11 44.956 Scandium Скандий	12 47.90 Titanium Титан	13 50.941 Vanadium Ванадий	14 51.996 Chromium Хром	15 54.938 Manganese Марганец	16 55.847 Iron Железо	17 58.933 Cobaltum Кобальт	18 58.933 Nickel Никель	19 63.546 Cuprum Медь	20 65.39 Zincum Цинк	21 69.72 Gallium Галлий	22 72.59 Germanium Германий	23 74.992 Arsenicum Мышьяк	24 78.96 Selenium Селен	25 83.80 Krypton Криптон		
3	21 85.468 Rubidium Рубидий	22 87.62 Strontium Стронций	23 88.906 Yttrium Иттрий	24 91.22 Zirconium Цирконий	25 92.906 Niobium Нйбий	26 95.94 Molybdenum Молибден	27 97.91 Technetium Технеций	28 101.07 Ruthenium Рутений	29 102.905 Rhodium Родий	30 106.4 Palladium Палладий	31 107.868 Silver Серебро	32 112.41 Cadmium Кадмий	33 114.82 Indium Индий	34 118.71 Tin Олово	35 121.75 Antimony Сурьма	36 126.9045 Xenon Ксенон	37 131.29 Cesium Цезий		
4	37 132.905 Barium Барий	38 137.33 Lanthanum Лантан	39 138.9055 Cerium Церий	40 178.49 Hafnium Гафний	41 180.9479 Tantalum Тантал	42 183.85 Tungsten Вольфрам	43 186.207 Rhenium Рений	44 190.2 Osmium Осмий	45 192.22 Iridium Иридий	46 195.08 Platinum Платина	47 196.967 Gold Золото	48 200.59 Mercury Ртуть	49 204.38 Thallium Таллий	50 207.19 Lead Свинец	51 208.980 Bismuthum Висмут	52 209.99 Polonium Полоний	53 210 Francium Франций		
5	55 140.12 Cesium Цезий	56 140.908 Barium Барий	57 144.9125 Lanthanum Лантан	58 150.36 Praseodymium Прозеродим	59 151.96 Europium Европий	60 157.25 Gadolinium Гадолиний	61 158.925 Terbium Тербий	62 162.50 Dysprosium Диспрозий	63 164.930 Holmium Гольмий	64 167.26 Erbium Эрбий	65 168.934 Thulium Тулий	66 173.04 Ytterbium Иттербий	67 174.967 Lucentium Лютеций	68 175.04 Ytterbium Иттербий	69 176.93 Lutetium Лютеций	70 180.948 Mercurium Меркурий	71 183.84 Thallium Таллий	72 186.207 Lead Свинец	
6	81 201.0 Thallium Таллий	82 204.38 Lead Свинец	83 208.980 Bismuthum Висмут	84 209.99 Polonium Полоний	85 210 Francium Франций	86 210 Radium Радий	87 210 Actinium Актиний	88 226 Radium Радий	89 226 Francium Франций	90 226 Radium Радий	91 226 Francium Франций	92 226 Radium Радий	93 226 Francium Франций	94 226 Radium Радий	95 226 Francium Франций	96 226 Radium Радий	97 226 Francium Франций	98 226 Radium Радий	99 226 Francium Франций
7	101 252.08 Mendelevium Менделевий	102 258.10 Nobelium Нобелий	103 259.10 Lawrencium Лавренсий	104 259.10 Fermium Фермий	105 259.10 Mendelevium Менделевий	106 259.10 Nobelium Нобелий	107 259.10 Lawrencium Лавренсий	108 259.10 Fermium Фермий	109 259.10 Mendelevium Менделевий	110 259.10 Nobelium Нобелий	111 259.10 Lawrencium Лавренсий	112 259.10 Fermium Фермий	113 259.10 Mendelevium Менделевий	114 259.10 Nobelium Нобелий	115 259.10 Lawrencium Лавренсий	116 259.10 Fermium Фермий	117 259.10 Mendelevium Менделевий	118 259.10 Nobelium Нобелий	119 259.10 Lawrencium Лавренсий

Рис. А.4. Таблица Менделеева.

В.1. Карты звездного неба

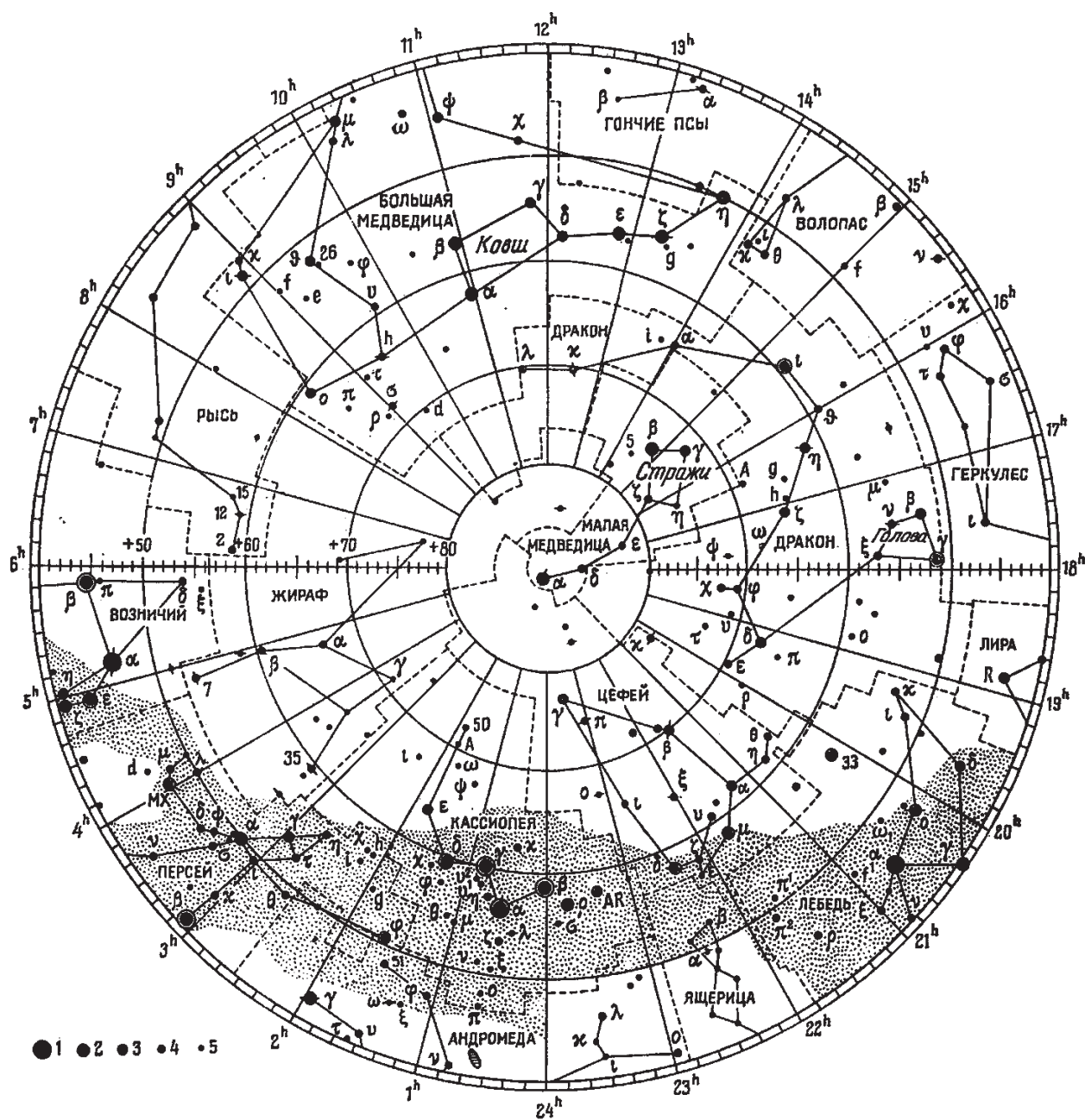


Рис. В.1. Карта северной околополярной области.

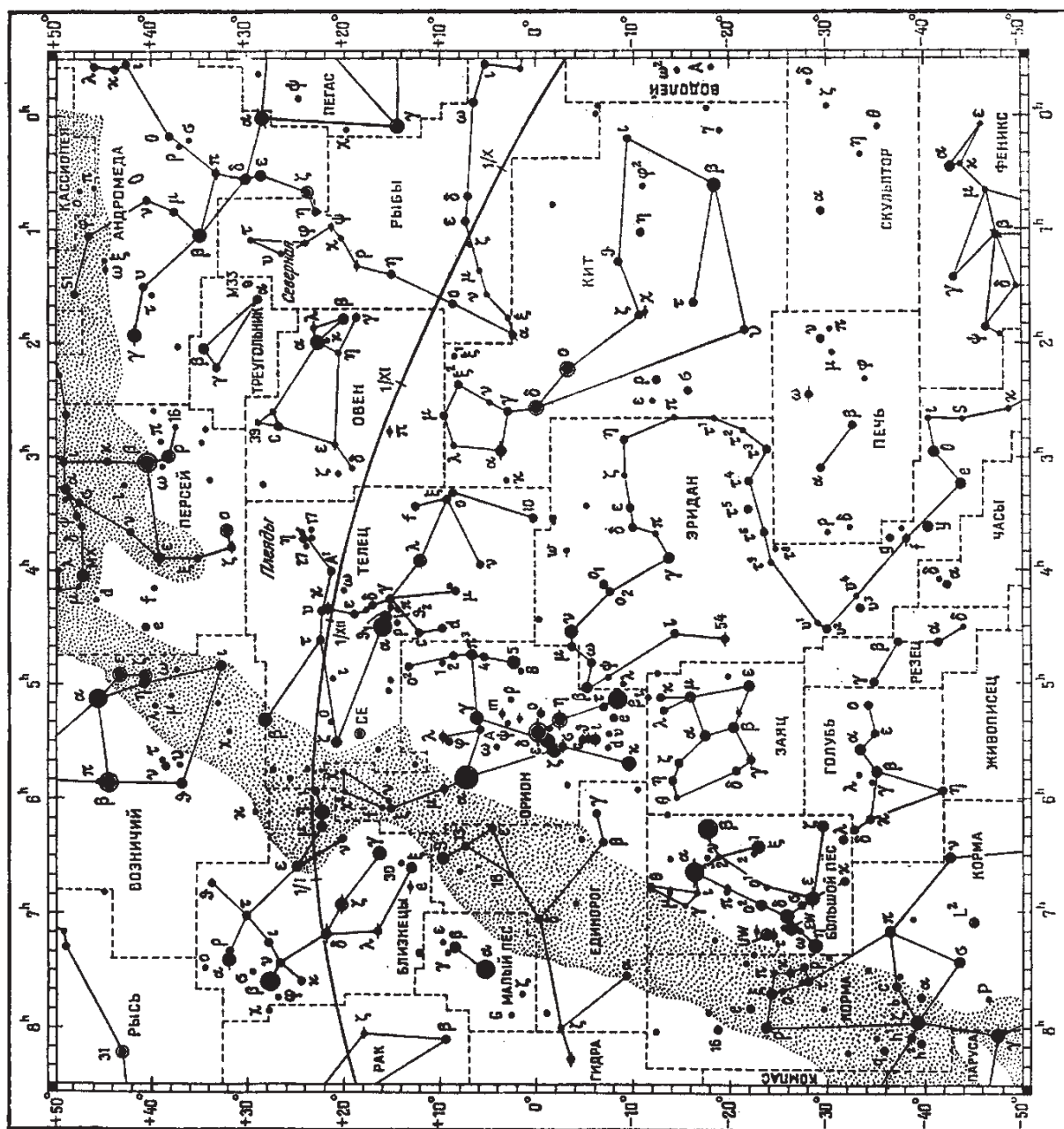


Рис. В.2. Карта осенне-зимнего небосвода.

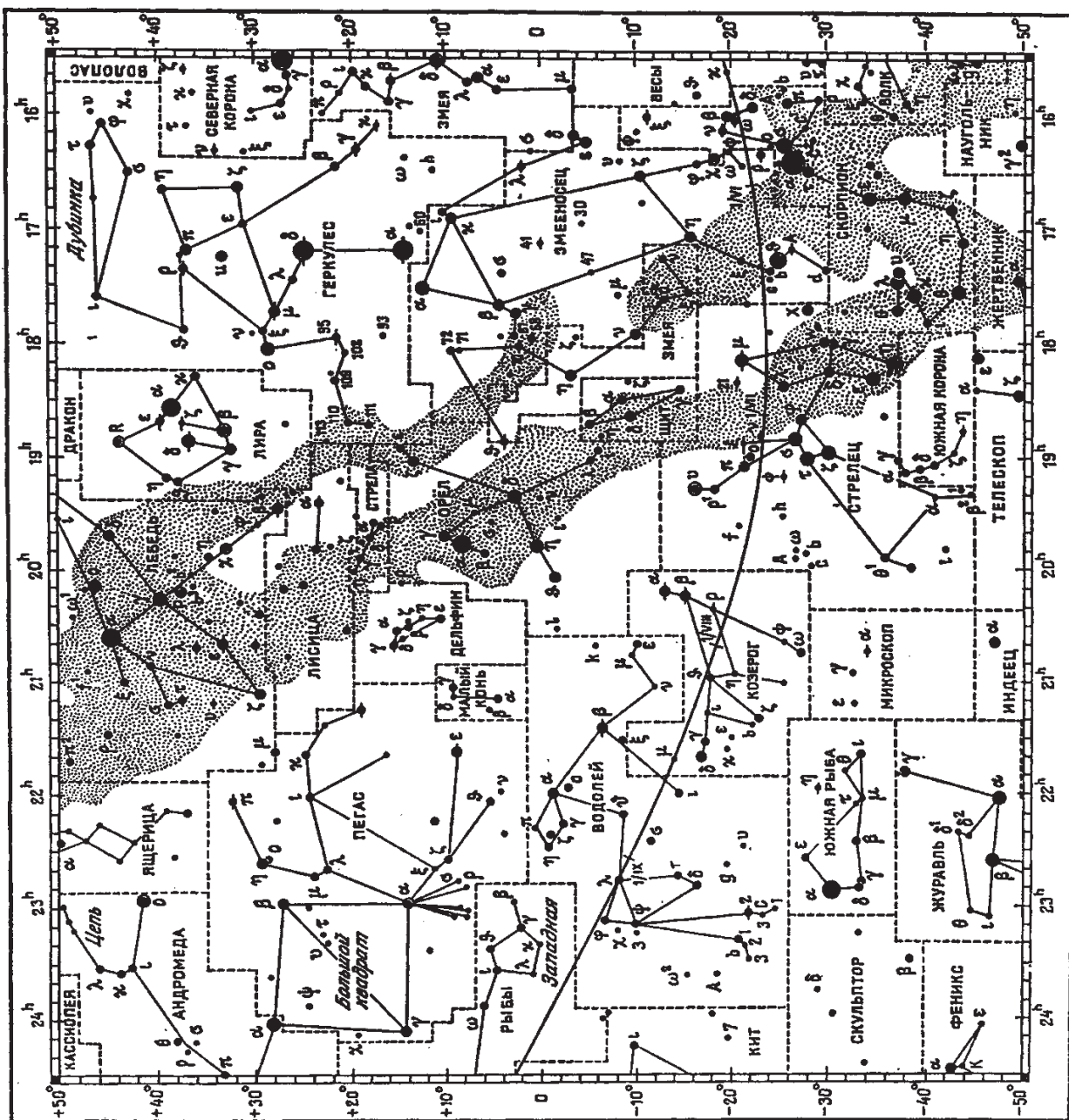


Рис. В.4. Карта летне-осеннего небосвода.

