

Н. Кривоносов

**Задачник по
астрономической
ориентировке**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
Н11

Н11 **Н. Кривонос**
Задачник по астрономической ориентировке / Н. Кривонос – М.: Книга
по Требованию, 2021. – 119 с.

ISBN 978-5-458-38592-3

ISBN 978-5-458-38592-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Азимут светила A — угол, составленный плоскостью небесного меридиана и плоскостью вертикала данного светила. Азимут измеряется дугой истинного горизонта от небесного меридиана до вертикала светила.

Отсчет азимутов ведется от южной части небесного меридиана (от точки юга) к востоку и западу от 0 до 180° .

Высота светила h — угол между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило. Высота измеряется дугой вертикала от истинного горизонта до светила от 0 до 90° .

Зенитное расстояние z — дуга вертикала от зенита до светила. Зенитное расстояние является дополнением высоты светила до 90° :

$$z = 90^\circ - h.$$

В экваториальной системе координат (рис. 3) основными кругами являются небесный экватор и начальный круг склонений, проходящий через точку весеннего равноденствия (см. ниже). Место светила на небесной сфере определяется относительно этих кругов двумя координатами: склонением и прямым восхождением светила.

Склонение светила δ — угловое расстояние от небесного экватора до светила. Склонение измеряется по дуге круга склонений от 0 до 90° . Склонение светила, лежащего в северном полушарии небесной сферы, считается положительным (+), а в южном полушарии — отрицательным (—).

Прямое восхождение светила α — дуга экватора от точки весеннего равноденствия до круга склонений светила.

Отсчет прямых восхождений ведется от точки весеннего равноденствия против часовой стрелки (если смотреть с северного полюса мира) от 0 до 360° , или от 0 до 24 час.

Часовой угол светила t — угол, составленный плоскостью меридиана наблюдателя с плоскостью круга склонений светила. Часовой угол измеряется дугой небесного экватора от южной части меридиана к западу от 0 до 360° , или от 0 до 24 час. Применяется также счет часовых углов к востоку и западу от южной части меридиана от 0 до 180° , или от 0 до 12 час. При этом часовой угол западный, больший 180° , в авиационной астрономии приходится переводить в восточный часовой угол, который является дополнением западного часового угла светила до 360° , например:

$$t = 290^\circ = 70^\circ \text{ В.}$$

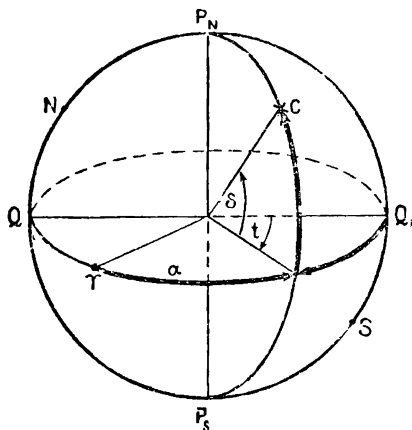


Рис. 3. Экваториальные координаты:

δ — склонение светила, α — прямое восхождение светила, t — часовой угол светила.

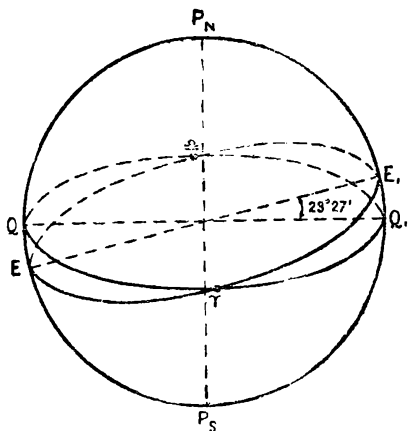


Рис. 4. Эклиптика:

$E \text{---} E_1$ γ — эклиптика, γ — точка весеннего равноденствия, --- — точка осеннего равноденствия.

Кульминация светила — прохождение светила через меридиан наблюдается. Кульминация, более близкая к зениту, называется верхней; при другом прохождении светила через меридиан кульминация называется нижней.

Эклиптика — большой круг на небесной сфере, по которому происходит кажущееся годовое движение Солнца (рис. 4). Наклон эклиптики к экватору равен $23^\circ 27'$.

Точка весеннего равноденствия находится на пересечении эклиптики с экватором. В этой точке Солнце бывает в момент весеннего равноденствия, т. е. при переходе из южного полушария небесной сферы в северное (21 марта).

§ 1. Графическое определение координат светил построением небесной сферы

Все задачи данного параграфа решаются графически, причем чертеж делается от руки и величина дуги откладывается на-глаз. Ответы вследствие этого также будут приближенными.

Для нахождения искоемых координат по заданным надо прежде всего построить небесную сферу. Построение небесной сферы заключается в следующем:

1. Циркулем провести окружность произвольного радиуса. Эта окружность будет небесным меридианом.

2. Через центр окружности провести прямую (вертикаль) и обозначить сверху Z — зенит.

3. Перпендикулярно к вертикали построить большой круг истинного горизонта.

4. От зенита по небесному меридиану отложить (вправо или влево) дугу, равную $90^\circ - \varphi$. Полученная точка будет повышенным полюсом мира. Дугу, равную $90^\circ - \varphi$, откладывать вправо или влево от зенита с таким расчетом, чтобы западные светила находилось на той половине сферы, которая обращена к читателю; таким образом, если светило находится в западной части сферы, то повышенный полюс должен быть на чертеже слева от зенита; если светило в восточной части, то повышенный полюс — справа от зенита.

5. Через повышенный полюс и центр сферы провести прямую — ось мира.

На истинном горизонте отметить точки севера и юга.

6. Перпендикулярно к оси мира провести большой круг небесного экватора и отметить точки востока и запада.

Пример. На рис. 5 изображена небесная сфера для наблюдателя, находящегося на широте $60^\circ N$. К читателю обращена западная часть сферы.

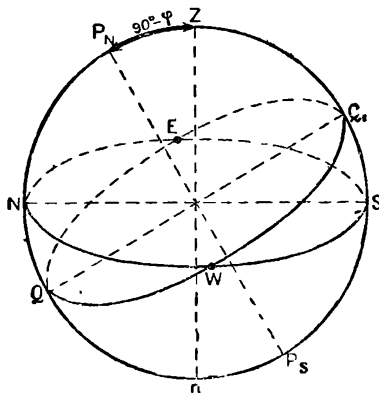


Рис. 5.

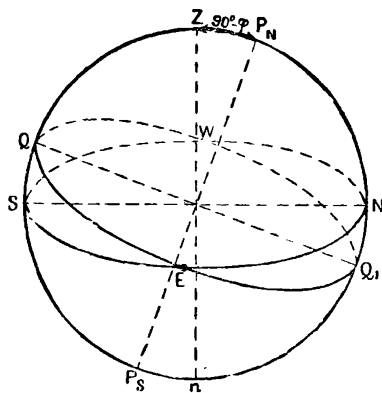


Рис. 6.

На рис. 6 изображена небесная сфера для наблюдателя, находящегося на широте $70^\circ N$. К читателю обращена восточная часть сферы.

ЗАДАЧИ

1. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте $50^\circ N$. К читателю должна быть обращена западная часть сферы.

2. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте $40^\circ N$. К читателю должна быть обращена восточная часть сферы.

3. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте $45^\circ S$. К читателю должна быть обращена западная часть сферы.

4. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на широте $55^\circ S$. К читателю должна быть обращена восточная часть сферы.

5. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе.

6. Построить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на экваторе.

Для нахождения экваториальных координат по заданным горизонтным необходимо:

1. Построить небесную сферу для заданной широты места.
2. Отложить от точки юга по истинному горизонту дугу, равную азимуту светила, и через полученную точку провести вертикал.
3. От истинного горизонта отложить по дуге вертикала заданную высоту светила. Полученная точка определит место светила на сфере.

4. Через полюсы мира и светило провести круг склонений светила; тогда дуга экватора от южной части меридиана до круга склонений светила будет искомым часовым углом, а дуга круга склонений от экватора до светила — искомым склонением светила.

Пример. Определить склонение и часовой угол светила, если азимут светила $A = 60^\circ W$, высота светила $h = 50^\circ$ и широта места $60^\circ N$.

1. Построим небесную сферу (рис. 7), откладывая дугу $90^\circ - \varphi$ влево от зенита, так как необходимо, чтобы данное светило, имеющее азимут $60^\circ W$, находилось в той части небесной сферы, которая обращена к читателю (западная часть сферы).

2. От точки юга откладываем к западу дугу, равную 60° (азимуту).

3. Через полученную точку и зенит проводим вертикал светила.

4. От истинного горизонта откладываем дугу, равную 50° (высоте светила), и отмечаем место светила на сфере.

5. Через полюсы мира и светило проводим круг склонений; тогда дуга небесного экватора Q_1B , заключенная между южной частью небесного меридиана и кругом склонений светила, явится часовым углом светила $t \approx 40^\circ W$; дуга же круга склонений BC есть склонение светила $\delta \approx 30^\circ$.

Для нахождения горизонтных координат по заданным экваториальными необходимо:

1. Построить небесную сферу для заданной широты места.
2. Отложить от южной части меридиана дугу небесного экватора, равную часовому углу светила, и через полученную точку провести круг склонений светила.

3. От небесного экватора отложить дугу круга склонений светила, равную склонению светила, и отметить место светила на сфере.

4. Через зенит и светило провести вертикал; тогда дуга истинного горизонта от точки юга до вертикала светила будет искомым азимутом светила, дуга же вертикала от истинного горизонта до светила будет искомой высотой светила.

Пример. Определить высоту и азимут светила, если часовой угол светила $t = 120^\circ E$ и склонение светила $\delta = 30^\circ$. Широта места $50^\circ N$.

1. Построим небесную сферу (рис. 8), откладывая дугу, равную $90^\circ - \varphi$, вправо от зенита, так как светило находится в восточной половине сферы.

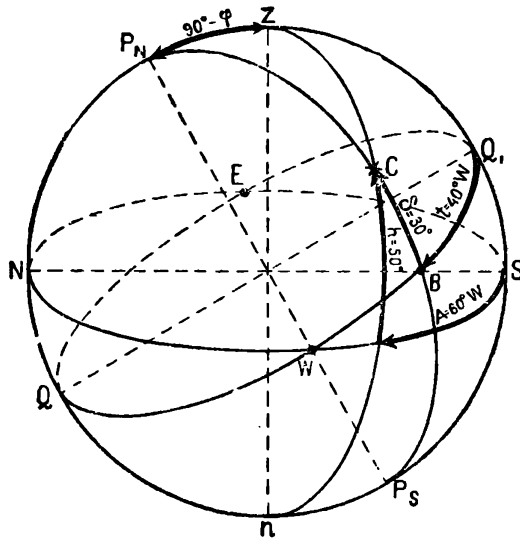


Рис. 7. Графическое определение горизонтных координат светила.

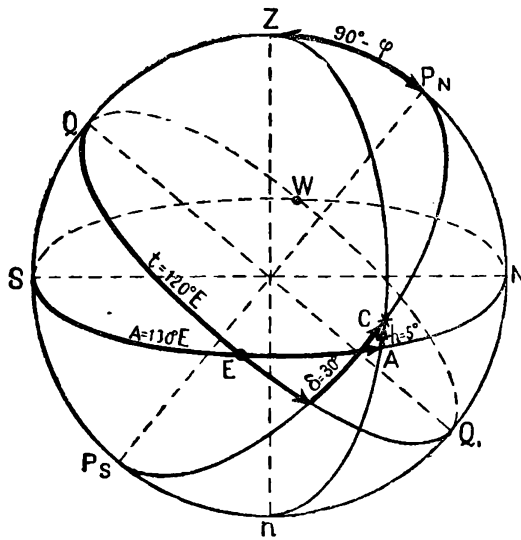


Рис. 8. Графическое определение экваториальных координат светила.

2. От южной части меридиана откладываем к востоку дугу экватора, равную 120° (часовой угол светила).

3. Через полученную точку и полюсы мира проводим круг склонений светила.

4. От небесного экватора откладываем дугу круга склонений светила, равную 30° , и отмечаем место светила на сфере.

5. Через зенит и светило проводим вертикал; тогда дуга истинного горизонта SA будет азимутом светила $A \approx 130^\circ E$, дуга же вертикала AC — высотой светила $h \approx 5^\circ$.

ЗАДАЧИ

7. В следующих примерах по данным: широте места, азимуту и высоте светила — определить склонение и часовой угол светила.

№ примера \ Данные	1	2	3	4	5
Широта места	$60^\circ N$	$45^\circ N$	$20^\circ N$	$35^\circ N$	$40^\circ N$
Азимут светила	$50^\circ W$	$100^\circ W$	$70^\circ W$	$80^\circ E$	$20^\circ W$
Высота светила	70°	10°	45°	50°	2°

8. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и часовому углу светила — определить высоту и азимут светила.

№ примера \ Данные	1	2	3	4	5
Широта места	$40^\circ N$	$67^\circ N$	$55^\circ N$	$60^\circ N$	$30^\circ N$
Часовой угол светила	$115^\circ W$	$20^\circ E$	$15^\circ W$	$290^\circ W$	$130^\circ E$
Склонение светила	20°	40°	-10°	50°	60°

9. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу и азимуту светила — определить склонение и высоту светила.

№ примера \ Данные	1	2	3	4	5
Широта места	$60^\circ N$	$50^\circ N$	$30^\circ N$	$40^\circ N$	$45^\circ N$
Часовой угол светила	$40^\circ W$	$300^\circ W$	$50^\circ W$	$150^\circ E$	$50^\circ E$
Азимут светила	$110^\circ W$	$60^\circ E$	$30^\circ W$	$45^\circ E$	$120^\circ E$

10. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и высоте светила — определить часовой угол и азимут светила. Светило находится в западной половине сферы.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	40° N	60° N	50° N	60° N	45° N
Склонение светила	20°	15°	30°	60°	45°
Высота светила	15°	40°	20°	45°	60°

11. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу и высоте светила — определить склонение и азимут светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	35° N	65° N	40° N	50° N	70° N
Часовой угол светила	180°	30° W	50° E	240° W	160° W
Высота светила	20°	70°	50°	40°	45°

12. В следующих примерах по данным: широте места, склонению и азимуту светила — определить часовой угол и высоту светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	40° N	50° N	60° N	70° N	55° N
Склонение светила	20°	15°	50° W	40°	30°
Азимут светила	125° E	330° W	20° W	39° E	50° W

13. В следующих примерах по данным: широте места, часовому углу точки весеннего равноденствия, прямому восхождению и склонению светила — определить часовой угол, высоту и азимут светила.

Данные \ № примера	1	2	3	4	5
Широта места	- 60° N	50° N	40° N	40° N	80° N
Часовой угол точки весеннего равноденствия	340° W	290° W	150° W	310° W	60° W
Прямое восхождение светила	60°	20°	50°	90°	10°
Склонение светила	-15°	65°	30°	40°	-5°

§ 2. Определение высоты светила в момент кульминации. Определение широты места по высоте кульминирующего светила

Высота светила в момент кульминации и широта места по высоте кульминирующего светила определяются по формулам:

$$\text{когда } \varphi > \delta, \quad h = (90^\circ - \varphi) + \delta; \quad (1)$$

$$\text{когда } \varphi < \delta, \quad h = (90^\circ - \delta) + \varphi. \quad (2)$$

Эти формулы относятся к моментам верхней кульминации светил.

Когда $\varphi > \delta$, светило кульминирует к югу от зенита; когда $\varphi < \delta$, светило кульминирует к северу от зенита.

Для случаев нижней кульминации расчет ведется по формуле:

$$h = \varphi - (90^\circ - \delta). \quad (3)$$

Пример 1. Определить высоту светила в момент верхней кульминации, если широта места $\varphi = 50^\circ$ и склонение светила $\delta = 20^\circ$.

По формуле (1) получаем:

$$h = 90^\circ - 50^\circ + 20^\circ = 60^\circ.$$

Кульминация к югу от зенита.

Пример 2. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации равна 58° , а склонение светила $\delta = 32^\circ$. Кульминация к югу от зенита.

По формуле (1) получаем:

$$\varphi = 90^\circ - 58^\circ + 32^\circ = 64^\circ.$$

Для решения некоторых задач данного параграфа необходимо знать склонение Солнца в дни весеннего и осеннего равноденствий и в дни летнего и зимнего солнцестояний.

Склонение Солнца в эти дни имеет следующие значения:

21 марта	$\delta = 0^\circ$.
22 июня	$\delta = +23^\circ 27'$.
23 сентября	$\delta = 0^\circ$.
22 декабря	$\delta = -23^\circ 27'$.

При решении задач, в которых даны названия звезд, координаты этих звезд следует брать из приложения I.

Для определения широты пунктов, указанных в задачах, пользоваться приложением III.

Для того чтобы определить, какие светила в северном полушарии будут незаходящими, необходимо помнить, что:

а) незаходящие светила имеют положительное склонение, по своей величине большее $90^\circ - \varphi$;

б) невосходящие светила имеют отрицательное склонение, по своей величине большее $90^\circ - \varphi$.

ЗАДАЧИ

14. Определить высоту светила в верхней кульминации на широте $52^{\circ}N$.

Склонение светила 28° .

15. Определить высоту светила в верхней кульминации на широте $34^{\circ}N$.

Склонение светила 78° .

16. Определить высоту светила в нижней кульминации на широте $62^{\circ}N$.

Склонение светила 40° .

17. Определить высоту звезды Дубхе в момент верхней кульминации в Москве.

18. Определить высоту звезды Денеб в момент верхней кульминации в Батуми.

19. Определить, на какой высоте кульминирует звезда Сириус в Ленинграде.

20. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна 50° .

Склонение светила 20° .

21. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна 40° .

Склонение светила 70° .

22. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна $60^{\circ}40'$.

Склонение светила $30^{\circ}18'$.

23. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна $68^{\circ}15'$.

Склонение светила $47^{\circ}54'$.

24. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна $69^{\circ}48'$.

Склонение светила $58^{\circ}22'$.

25. Определить широту места, если высота светила в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна $20^{\circ}45'$.

Склонение светила $-15^{\circ}50'$.

26. Определить широту места, если высота звезды Вега в момент верхней кульминации (к югу от зенита) равна $76^{\circ}28'$.

27. Определить широту места, если высота звезды Мирак в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равна $72^{\circ}56'$.

28. Определить широту места, если высота звезды Капелла в момент нижней кульминации равна $8^{\circ}58'$.

29. Определить, будет ли незаходящей звезда Дубхе в Севастополе.

30. Определить, под какой широтой становится незаходящей звезда Капелла.

31. Определить, под какой широтой становится заходящей звезда Дубхе.

32. Определить, какое склонение должны иметь звезды, проходящие через зенит в Хабаровске.

33. Высота звезды во время верхней кульминации к югу от зенита в Москве равна $41^{\circ}36'$.

Определить склонение звезды и ее название.

34. Высота звезды во время верхней кульминации к северу от зенита в Хабаровске равна $76^{\circ}23'$.

Определить склонение звезды и ее название.

35. Зенитное расстояние светила в момент верхней кульминации (к северу от зенита) равно 10° ; зенитное расстояние в момент нижней кульминации 80° .

Определить широту места и склонение светила.

36. Высота звезды в момент верхней кульминации (к северу от зенита) в Москве равна $83^{\circ}43'$. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна $67^{\circ}55'$.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название.

37. Высота звезды в момент верхней кульминации (к югу от зенита) в Минске равна $64^{\circ}17'$. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна $68^{\circ}11'$.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название.

38. Высота звезды в момент нижней кульминации в Мурманске равна $17^{\circ}43'$. В другом пункте в этот же момент высота звезды равна $8^{\circ}44'$.

Определить широту пункта, склонение звезды и ее название.

39. Определить наибольшую меридиональную высоту, на которую может подняться Солнце в Ленинграде.

40. Определить наименьшую меридиональную высоту, на которую может подняться Солнце в Москве.

41. Определить наибольшие и наименьшие меридиональные высоты, на которые Солнце может подняться в Батуми.

42. Определить наибольшую и наименьшую меридиональные высоты, на которые может подняться Солнце на Северном полюсе и на экваторе.

43. Определить широту, на которой полуденная высота Солнца 22 июня равна $52^{\circ}40'$.

44. Определить полуденную высоту Солнца в Киеве 21 марта.

45. Определить, на каких широтах 22 июня Солнце не заходит.

46. Определить, на каких широтах 22 июня Солнце проходит через зенит.

47. Около 1000 лет до нашей эры, в день летнего солнцестояния, определили зенитное расстояние Солнца в полдень, равное $10^{\circ}53'$, а в день зимнего солнцестояния — зенитное расстояние, равное $58^{\circ}41'$.

Какое было тогда наклонение эклиптики к экватору и под какой широтой сделано наблюдение?