

## Звездный глобус и работа с ним

**Устройство звездного глобуса и подготовка его к наблюдениям.** Звездный глобус представляет собой модель небесной сферы и предназначен для приближенного решения некоторых задач мореходной астрономии, связанных с наблюдениями звезд и планет.

Общий вид и основные части отечественного глобуса марки «ЗГ» показаны на рис. 46.

Пустотелая сфера глобуса изготовлена из пластмассы. На нее наклеена карта звездного неба для наблюдателя, смотрящего на сферу снаружи. Поэтому изображения созвездий обратны действительным.

Сфера глобуса может вращаться вокруг двух точек, изображающих полюсы мира, причем полюс  $P_N$  определяется по расположенной рядом с ним Полярной звезде (Polaris).

Тонкими линиями от полюсов через  $15^\circ$  ( $1^c$ ) нанесены небесные меридианы. Посередине глобуса проходит показанный двойной линией небесный экватор с делениями — градусными (арабские цифры) и часовыми (римские цифры). Эти деления служат для установки местного звездного времени  $S_M$  или прямого восхожде-

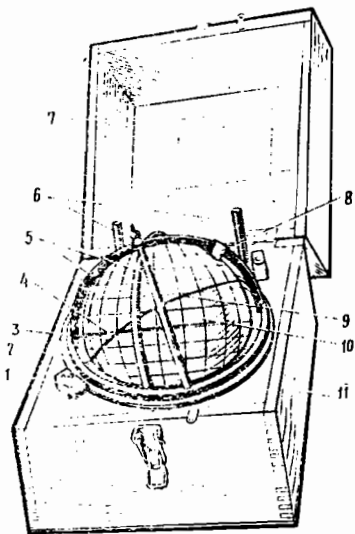


Рис. 46. Звездный глобус:

1 — зажим; 2 — горизонтальное кольцо; 3 — кольцо меридиана наблюдателя; 4 — изображение экватора; 5 — крестовина вертикалов; 6 — мягкие карандаши; 7 — крышка; 8 — индекс-указатели; 9 — изображение эклиптики; 10 — сфера глобуса; 11 — ящик-футляр

ния  $\alpha$ . Начало счета делений экватора — точка Овна, обозначенная цифрами  $360^\circ$  (XXIV).

Под углом  $23^\circ 27'$  к небесному экватору расположена эклиптика, нанесенная также двойной линией и имеющая градусные деления.

Меридианы точек экватора  $360-180^\circ$  (так называемый колюр равноденствий) и  $270-90^\circ$  (колюр солнцестояний) обозначены двойственными линиями и имеют градусные деления.

Параллельно экватору через  $10^\circ$  нанесены небесные параллели.

Вокруг полюсов мира сферу глобуса охватывает металлическое кольцо, изображающее меридиан наблюдателя с градусными делениями  $0-90^\circ$ , нанесенными от экватора к полюсам мира.

Меридиан наблюдателя вставляется в другое кольцо, имеющее вырезы, обозначенные буквами *N* и *S*, которое располагается на горизонтальной поверхности ящика и изображает истинный горизонт, разделенный в четвертном счете.

Сверху на кольцо горизонта надевается съемная металлическая крестовина вертикалов, расположенных под углом  $90^\circ$ , с градусными делениями от  $0$  до  $90^\circ$ , нанесенными от горизонта вверх. Точка пересечения вертикалов дает зенит наблюдателя, отмеченный сверху небольшим шариком. Для установки величины  $h$  на вертикалы надевается зажимной индекс.

На поверхность глобуса нанесены положения около 170 наиболее ярких звезд для определенной эпохи; в течение 20—30 лет изменением координат вследствие прецессии можно пренебречь. Недалеко от точки  $P_N$  помещена табличка условных знаков, показывающих яркость звезд.

На глобусах «ЗГ» старых выпусков созвездия обозначены латинскими наименованиями, а звезды на них — буквами греческого алфавита  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и т. д. На новых моделях «ЗГ» созвездия обозначены русскими наименованиями. Для перевода латинских наименований в русские применяют таблицу МАЕ (вкладыш).

Так как планеты Луна и Солнце вследствие собственного движения изменяют свои координаты, на глобусе они не обозначены и должны наноситься мягким карандашом, имеющимся в комплекте.

Сфера глобуса удерживается в неподвижном положении трением о деревянную подушку с пружиной внутри ящика.

Положение небесной сферы со всеми светилами на ней зависит от широты места наблюдателя и момента времени. Поэтому глобус перед решением задач надо установить по широте  $\varphi_c$  и звездному местному времени  $S_M(t_M^{\vee})$ , а иногда — только по широте.

**Установка глобуса по широте.** Поворотом кольца меридиана наблюдателя устанавливают повышенный полюс над одноименной точкой горизонта на величину угла  $h = \varphi$ . Так как деления меридиана наблюдателя глобуса «ЗГ» нанесены от экватора, отсчет на дуге у линии горизонта должен равняться  $90^\circ - \varphi$ . Чтобы избежать ошибок при установке, надо поставить полюс на высоту, равную  $\varphi_c$ , ведя счет градусов от полюса, а затем проверить отсчет у горизонта, который должен равняться  $90^\circ - \varphi_c$ .

**Установка глобуса по звездному местному времени.** Рассчитывают  $T_{gp} = T_c \mp \lambda_W^E$  и по МАЕ находят на этот момент  $t_{gp}^{\vee}(S_{gp})$ , после чего определяют  $t_M^{\vee} = t_{gp}^{\vee} \pm \lambda_W^E$  и округляют до  $0,5^\circ$ . Затем поворачивают сферу глобуса так, чтобы под серединой кольца меридиана наблюдателя на полуденной его части был отсчет шкалы экватора, равный найденному значению  $t_M^{\vee}$ . Так как кольцо имеет толщину примерно в  $2^\circ$ , то к оцифрованному его срезу следует подводить отсчет экватора на  $1^\circ$  меньше рассчитанного  $t_M^{\vee}$ . После установки  $t_M^{\vee}$  надо проверить, не сдвинулся ли меридиан наблюдателя и не изменилась ли установка  $\varphi$ .

**Пример 40.** Установить звездный глобус по широте и звездному времени на 15 марта 1981 г. в  $T_c = 5^h 20^m$ ;  $\varphi_c = 29^\circ 10,0' N$ ;  $\lambda_c = 63^\circ 14,5' W$ .

*Решение.*

15/III	$T_c$	5 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>
	+ $\lambda_W^E$	4
15/III	$T_{gp}$	9 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>
	$t_{gp}^{\vee}$	307°52,7'
	$\Delta t^{\vee}$	5 00,8
	$t_{gp}^{\vee}$	312°53,5'
	- $\lambda_W$	63 14,5
	$t_M^{\vee}$	249°30,0' $\approx$ 249,5°

Поднимаем северный полюс мира  $P_N$  на  $29^\circ$  над точкой N, проверяя затем у горизонта точный отсчет  $90^\circ - \varphi = 61^\circ$ . После этого подводим к оцифрованному срезу меридиана наблюдателя отсчет на шкале экватора  $249,5^\circ - 1^\circ = 248,5^\circ$ .

**Нанесение на глобус планет и Луны.** Поскольку навигационные планеты ввиду их собственного движения на глобусе не обозначены, приходится наносить их перед предполагаемыми наблюдениями на поверхность глобуса. Венеру рекомендуется наносить один раз в неделю, Марс — раз в две недели, Юпитер, Сатурн — один раз в месяц.

Порядок нанесения планет таков:

1. Выбирают из МАЕ значения  $\alpha$  и  $\delta$  планеты.
2. Поворачивают сферу глобуса, подводя к оцифрованному краю меридиана наблюдателя отсчет экватора, равный  $\alpha$  планеты.
3. Откладывают по дуге меридиана наблюдателя величину  $\delta$  в сторону северного или южного полюсов мира в зависимости от наименований склонения.
4. Отмечают положение планеты точкой специальным восковым или обычным мягким карандашом и ставят рядом астрономический знак данного светила.
5. Контроль: нанесенные планеты должны располагаться недалеко от эклиптики.

Для нанесения Луны надо предварительно рассчитать ее прямое восхождение, так как оно в МАЕ не приводится. Порядок работы здесь таков:

1. Выбирают из МАЕ на ближайший целый час наблюдений  $T_{гр}$  величины  $t_{гр}^{\vee}$  и  $t_{гр}^{\text{D}}$ .
2. Рассчитывают  $\alpha^{\text{D}} = t_{гр}^{\vee} - t_{гр}^{\text{D}}$ .
3. Наносят Луну на поверхность глобуса так же, как и планеты. Задача нанесения Луны на практике применяется сравнительно редко.

**Пример 41.** 31 августа 1981 г. в  $T_c = 18^{\text{h}}45^{\text{m}}$ ;  $\lambda_c = 13^{\circ}07,0'$  E. Нанести на звездный глобус Юпитер и Луну.

*Решение.*

31/VIII	$T_c$	$18^{\text{h}}45^{\text{m}}$
	$\lambda_{\text{E}}$	1
<hr/>		
	$T_{гр}$	$17^{\text{h}}45^{\text{m}} \approx 18^{\text{h}}$
	$t_{гр}^{\vee}$	$249^{\circ}49,4'$
	—	
	$t_{гр}^{\text{D}}$	$64^{\circ}39,2'$
<hr/>		
	$\alpha^{\text{D}}$	$185^{\circ}11,2' \approx 185^{\circ}$
	$\delta^{\text{D}}$	$2^{\circ}45,1' \approx 2,8^{\circ} \text{ N}$

Юпитер ( $\alpha_4$ ):  $\alpha_4 = 190,8^{\circ} \approx 191^{\circ}$ ;  $\delta_4 = 3^{\circ}33,5' \approx 3,5^{\circ} \text{ S}$ .

Юпитер и Луна расположены вблизи эклиптики в районе созвездия Девы.

**Определение названия неопознанной звезды или планеты.** Если звезда наблюдалась в просветах между облаками, весьма трудно опознать ее. Необходимость опознания наблюдаемых звезд возникает также, если наблюдатель малоопытен и плохо знает звездное небо. Порядок решения задачи следующий.

1. Получив отсчет секстана ос звезды и определив по компасу ее пеленг КП, замечают  $T_c$  и снимают с карты  $\varphi_c$  и  $\lambda_c$ .

2. Рассчитав  $T_{гр} = T_c \mp \lambda_{\lambda W}^E$ , находят с помощью МАЕ

$$tV_m = tV_{гр} \pm \lambda_W^E.$$

3. Устанавливают глобус по широте и звездному местному времени.

4. Переводят КП в ИП и затем в азимут четвертного счета.

5. Устанавливают индекс вертикала на измеренную высоту — ос, а сам вертикал — на величину найденного азимута.

6. Под индексом или вблизи него находят звезду, которая обозначена на глобусе по ее месту в созвездии. В таблице «Список звезд» вкладыша МАЕ находят русское название созвездия и порядковый номер звезды. На новых глобусах «ЗГ» созвездия обозначены русскими названиями и надо только найти порядковый номер звезды в МАЕ.

7. Если под индексом не окажется звезды, то возможен промах в решении задачи или наблюдалась планета. Приблизительно опознать планету можно по таблице «Видимость планет» в начале МАЕ, определив предварительно по глобусу, в районе какого созвездия находилось неопознанное светило. Для более точного решения снимают  $\alpha$  и  $\delta$  точки под индексом и в ежедневных таблицах находят планету, имеющую значения этих величин, ближайšie к снятым. Понятно, что если планеты были нанесены на глобус заранее, дополнительных действий не требуется.

**Пример 42.** 7 июля 1981 г. в  $T_c = 20^{\circ}50'$ ;  $\varphi_c = 14^{\circ}50,0' S$ ;  $\lambda_c = 131^{\circ}16,9' W$ . Наблюдали неопознанное светило и получили: ос =  $44^{\circ}56'$ , КП =  $319^{\circ}$  ( $\Delta K = +2^{\circ}$ ). Определить название светила.

*Решение.*

7/VII	$T_c$	$20^{\circ}50'$
	$+ \lambda_{\lambda W}^E$	9
<hr/>		
8/VII	$T_{гр}$	$5^{\circ}50'$
	$tV$	$1^{\circ}03,8'$
	$\Delta tV$	12 32,1
<hr/>		
	$tV_{гр}$	$13^{\circ}35,9'$
	$\lambda_W$	131 16,9
<hr/>		
	$tV_m$	$242^{\circ}19,0' \approx 242,5^{\circ}$

Установив глобус по  $\varphi_c$  и  $t_M^V$ , ставим на вертикале  $45^\circ$ . Переведем КП и ИП, получаем  $A_{\alpha} = NW 39^\circ$ . Ставим вертикаль по этому азимуту и под индексом находим  $\alpha$  Волопаса (Арктур).

Получение высоты и пеленга светила на данное время и подбор звезд для определения места — эта задача самая важная и наиболее часто решаемая на звездном глобусе. Порядок работы.

1. Снимают с карты  $\varphi_c$  и  $\lambda_c$  на предполагаемый момент наблюдений  $T_c$ , который обычно выбирают на период навигационных сумерек, находят  $T_{гр} = T_c \mp \mathcal{L}_W^E$ .

2. Рассчитывают  $t_M^V = t_{гр}^V \pm \lambda_W^E$ .

3. Устанавливают глобус по  $\varphi_c$  и  $t_M^V$ .

4. Ставят крестовину так, чтобы оцифрованный край вертикаля проходил через выбранное для наблюдений светило, и снимают  $h$  и  $A$  звезды или планеты.

5. Для определения места по двум светилам подбирают вторую звезду или планету у соседнего вертикаля (разность азимутов примерно  $90^\circ$ ). Соответственно для определения по трем светилам разность азимутов должна быть близкой к  $120^\circ$ , по четырем — к  $180^\circ$  в каждой паре или по  $90^\circ$  — между соседними звездами.

Подробно вопрос о выборе светил для определения места рассмотрен в § 58.

**Пример 43.** 17 мая 1981 г. в  $T_c = 4^h 15^m$ ;  $\varphi_c = 44^\circ 44' N$ ;  $\lambda_c = 168^\circ 28,0' E$ . Определить высоту и компасный пеленг Марса и звезды Дуббе ( $\alpha$  Большой Медведицы) и подобрать еще две звезды для определения места ( $\Delta K = -1^\circ$ ).

*Решение.*

1. 17/V	$T_c$	$4^h 15^m$
	$\mathcal{L}_W^E$	11
<hr/>		
16/V	$T_{гр}$	$17^h 15^m$
	$t_M^V$	$129^\circ 19,0$
	$\Delta t^V$	3 45,6
<hr/>		
	$t_{гр}^V$	$133^\circ 04,6'$
	+	
	$\lambda_E$	168 28,0
<hr/>		
	$t_M^V$	$301^\circ 32,6' \approx 301,5^\circ$

2. 16/V  $T_{гр} = 17^h$ , выбираем  $\alpha \sigma = 43,7^\circ$  и  $\delta \sigma = 16^\circ 24,1' \approx 16,4^\circ N$ .

3. Устанавливаем глобус по  $\varphi_c$  и  $t^V$  и  $t_M^V$  и снимаем для Марса  $h \approx 3^\circ$ ;  $A = NE 70^\circ$  или КП =  $71^\circ (-1^\circ)$ ; для Дуббе  $h \approx 22^\circ$ ;  $A \approx NW 20^\circ = 340^\circ$  или КП =  $341^\circ (-1^\circ)$ .

4. Подбираем еще две достаточно яркие звезды под углом, близким к  $90^\circ$ , к Марсу и Дуббе:

$\beta$  Пегаса (Саят)  $h \approx 36^\circ$ ;  $A \approx SE 25^\circ = 155^\circ$  или КП =  $156^\circ (-1^\circ)$ ;

$\alpha$  Лиры (Вега)  $h \approx 72^\circ$ ;  $A \approx SW 80^\circ = 260^\circ$  или КП =  $261^\circ (-1^\circ)$ .